

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»  
ІНЖЕНЕРНО-ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ РОСЛИНИХ ПОЛІМЕРІВ**

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Гомеля М.Д.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Дипломний проект**

**на здобуття ступеня бакалавра**

**з напрямку підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього  
середовища та збалансоване природокористування»**

**на тему: «Очищення технічних вод для замкнутого водоспоживання на  
Приватному акціонерному товаристві «Київський картонно-паперовий  
комбінат»»**

Виконав:

студент IV курсу, групи ЛЕ-51

Шудра Данило Романович \_\_\_\_\_

Керівник:

Доктор технічних наук, професор

Шаблій Тетяна Олександрівна \_\_\_\_\_

Консультант з розділу «охорона праці»:

Доцент, к.т.н., доцент

Ковтун І. М. \_\_\_\_\_

Рецензент: \_\_\_\_\_

Київ – 2019 року

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		1

**Національний технічний університет України**  
**«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**  
**Інженерно-хімічний факультет**  
**Кафедра екології та технології рослинних полімерів**

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки (програма професійного спрямування) – 6.040106  
 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване  
 прородокористування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Гомеля М.Д.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 р.

**ЗАВДАННЯ**  
**на дипломний проект студенту**  
**Шудрі Данилу Романовичу**

1. Тема проекту **«Очищення технічних вод для замкнутого водоспоживання на Приватному акціонерному товаристві «Київський картонно-паперовий комбінат»»,** керівник проекту Шаблій Т.О., д.т.н., затверджені наказом по університету від «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 р. № \_\_\_\_\_
2. Термін подання студентом проекту 20 червня 2019 року
3. Вихідні дані до проекту: витрата води – 25900 м<sup>3</sup>/добу; ХСК – 657,1 мг/дм<sup>3</sup>; БПК<sub>5</sub> – 333,5 мг/дм<sup>3</sup>; завислі речовини – 2386,5 мг/дм<sup>3</sup>; Сульфати- 257,3 мг/дм<sup>3</sup>; хлориди – 68,9 мг/дм<sup>3</sup>; рН 6,5 – 8,5; t=10-40°C.
4. Зміст пояснювальної записки: вступ, технічне обґрунтування проекту та вибір місця споруджень, технологічна частина, технологічні та гідравлічні розрахунки споруд, будівельна частина, охорона праці, висновки, список використаних джерел.
5. Перелік графічного матеріалу: технологічна схема, план цеху , поперечний розріз цеху, повздовжній розріз цеху, характеристики вод.
6. Консультанти розділів проекту

		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Ковтун І.М., доцент		

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		2

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Проходження переддипломної практики	15.04 – 19.05	
2	Обґрунтування технологічної схеми	20.05 – 25.05	
3	Технологічні та гідравлічні розрахунки очисних споруд	26.05 – 31.05	
4	Оформлення пояснювальної записки	01.06-04.06	
5	Виконання креслень	05.06-09.06	

Студент

Шудра Д.Р.

Керівник проекту

Шаблій Т.О.

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						3
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## АНОТАЦІЯ

Дипломний проект: 72 ст., 2 табл., 3 рис., 5 додатків, використаних 10 літературних джерел, 5 креслень на форматі А1.

Мета роботи розробити проект по очещенню технічних вод для замкнутого водоживлення на Приватному акціонерному товаристві Київський картонно-паперовий комбінат.

Дипломний проект складається з пояснювальної записки та креслень. Пояснювальна записка складається з чотирьох розділів: технологічна частина, технологічні та гідравлічні розрахунки очисних споруд, будівельна частина та охорона праці. В технологічній частині обґрунтовано вибір технологічної схеми та наведено розрахунок матеріального балансу. На основі розрахунків матеріального балансу у другому розділі проведено технологічні та гідравлічні розрахунки споруд. В будівельній частині обґрунтовано вибір водопровідних споруд для розміщення обладнання. В розділі охорони праці наведено заходи з покращення умов праці на території підприємства.

Креслення виконані на форматі А1.

ОЧИСТКА СТИЧНИХ ВОД, ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА,  
ПІСКОВЛОВЛЮВАЧІ, АЕРОТЕНК, ВІДСТІЙНИКИ

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		4

## АННОТАЦИЯ

Дипломный проект: 72 ст., 2 табл., 3 рис., 5 приложений, 5 чертежей формата А1.

Цель работы разработать проект по очещению технических вод для замкнутого водоживления в частное акционерное общество Киевский картонно-бумажный комбинат.

Дипломный проект состоит с пояснительной записки и чертежей. Пояснительная записка состоит из четырех разделов: технологическая часть, технологические и гидравлические расчеты очистных сооружений, строительная часть и охрана труда. В технологической части а приведены расчет материального баланса, и гидравлические расчеты сооружений. В строительной части обоснован выбор водопроводных сооружений для размещения оборудования. В разделе охраны труда приведены меры по улучшению условий труда на территории підприємства.

Чертежи выполнены на формате А1.

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА,  
ПЕСКОЛОВКИ, АЕРОТЭНКИ, ОТСТОЙНИКИ

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## SUMMARY

Diploma project: 72 articles, 2 tables, 3 figures, 5 annexes, 5 drawings in A1 format.

The purpose of the work is to develop a project for the purification of technical water for closed water supply at the Private Joint-Stock Company Kyiv Cardboard and Paper Mill.

The project consists of an explanatory note and drawings. The explanatory note consists of four sections: the technological part, the technological and hydraulic calculations of the treatment facilities, the building part and the labor protection. In technological part a calculation of material balance, and hydraulic calculations of buildings are given. In the building part, the choice of plumbing for equipment placement is grounded. The section on labor protection provides measures to improve working conditions in the enterprise.

Blueprints are made in A1 format.

SEWAGE TREATMENT, TECHNOLOGICAL SCHEME, PICTURES,  
AERATION TANKS, SETTLING TANK

ЗМІСТ

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Вступ.....	9
1.ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ .....	10
1.1.Загальна характеристика процесу очистки стічних вод .....	10
1.2. Стічні води картонно-паперового виробництва .....	10
1.3. Характеристика очищеної стічної води .....	11
1.4. Обґрунтування технологічної схеми.....	11
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА .....	14
2.1.1.Пісковловлювачі.....	14
2.1.3.Змішувач .....	19
2.1.4. Первинні відстійники .....	20
2.1.5. Аеротенк .....	21
2.1.6. Аераційна система аеротенка. ....	22
2.1.7. Вторинні відстійники .....	22
2.1.8. Механічні фільтри .....	23
2.1.9.Дренажна система фільтрів.....	24
2.1.10. Мулові ділянки .....	25
2.3. ТЕХНОЛОГІЧНА СИСТЕМА ОЧИСТКИ ВОДИ.....	26
2.3.0. Розрахунок матеріального балансу .....	27
2.3.1. Розрахунок піску, що затримується на пісковловлювачах .....	27
2.3.2. Розрахунок первинних відстійників.....	28
2.3.3. Розрахунок аеротенку .....	30
2.3.4. Розрахунок вторинних відстійників .....	31
2.3.5. Розрахунок швидких фільтрів першого ступеня .....	32
2.3.6. Розрахунок швидких фільтрів другого ступеня.....	32
2.3.7. Розрахунок хлораторної камери .....	33
3.ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ГІДРАВЛІЧНІ РОЗРАХУНКИ ОЧИСНИХ СПОРУД .....	38

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		7

3.1.1. Розрахунок приймальної камери .....	34
3.2.1 Розрахунок розподільної камери .....	34
3.2.2. Розрахунок приймальної камери осаду 1 .....	35
3.2.3. Розрахунок приймальної камери водомулової суміші .....	36
3.2.5. Розрахунок приймальної камери освітленої води.....	36
3.2.4. Розрахунок приймальної камери осаду 2 .....	37
3.2.6. Розрахунок приймальної камери освітленої води 2 .....	37
3.2.7. Розрахунок приймальної камери освітленої води 3 .....	37
3.2.8. Розрахунок приймальної камери очищеної води.....	38
3.2.9. Розрахунок коагулянт.....	39
3.2.10. Розрахунок горизонтальних піскоуловлювачі .....	40
3.3.1. Розрахунок змішувача .....	42
3.3.3Розрахунок швидкого фільтру .....	43
3.3.4.Розрахунок дренажної систем .....	43
3.3.5.Розрахунок витрати води на промивку одного фільтру:.....	44
3.3.6.Розрахунок швидкого фільтру .....	44
3.3.7.Розрахунок дренажної систем .....	46
3.3.8.Розрахунок витрати води на промивку одного фільтр .....	47
3.4.1.Розрахунок аеротенк .....	47
3.4.2.Розрахунок аеробного стабілізатору : .....	48
3.4.3. Розрахунок метантенків .....	49
3.4.4.Розрахунок первинних відстійників .....	50
3.4.5.Розрахунок вторинних відстійників .....	52
3.4.6 Розрахунок гіпохлорату.....	54
4.БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА .....	55
5. ОХОРОНА ПРАЦІ .....	60
5.1.Повітря робочої зони.....	61
5.2.Освітлення .....	62
5.3.Виробничий шум та вібрація .....	63

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		8



5.4. Пожежна безпека .....	63
ВИСНОВКИ .....	66
ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА .....	67
ДОДАТОК А .....	68
ДОДАТОК Б .....	69
ДОДАТОК В .....	70
ДОДАТОК Г .....	71
ДОДАТОК Д .....	72

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		9

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## ВСТУП

ПАТ «Київський картонно-паперовий комбінат» - одна з найбільших європейських компаній, що виробляє картонно-паперові вироби - входить до складу австрійської компанії Pulp Mill Holding. У загальному питанні виробництва целюлозно-паперової продукції в Україні частка заводу становить близько 30%. Основною сировиною для виробництва є паперові відходи. Потенціал для переробки вторинної сировини становить понад 1500 тонн на добу. Київський картонно-паперовий комбінат складається з трьох основних виробництв:

- виробництво картону для виробництва упаковки з покриттям і неотвердженим картоном, упаковки з картону, включаючи гофрований папір, загальною потужністю 240 тис. тонн картону на рік;

- паперової продукції для виробництва паперової продукції для санітарно-гігієнічних цілей масового споживання, а також готової паперової продукції: рулонів туалетного паперу, серветок, рушників, загальною потужністю 70 тис. тонн. базовий папір на рік;

- гофроящиків завод. Це сучасне виробництво гофрованого картону та упаковки, комплектується обладнанням провідних європейських компаній, загальною потужністю 300 млн. М2 гофрованого картону на рік.

Близько 700 компаній України і ряду країн СНД і зарубіжних країн щорічно купують продукцію Київського картонно-паперового комбінату. Упаковка гофрованого картону Київського ЦПК упакована продукцією провідних брендів України і транснаціональних компаній. Коробка (упаковка) картону, що випускається заводом, використовується для виробництва споживчої упаковки різних товарів

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## 1.ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ

### 1.1 Загальна характеристика процесу очистки стічних вод

Очисні споруди ПАТ «Київська картонно-паперова шахта» (КСС), що входять до загальних об'єктів водопостачання та водовідведення трипільського промислового об'єкту, були побудовані за проектом, розробленим у 1977 році Державним проектом Інститут "Укрводоканалпроект", рік введення в експлуатацію - 1982 рік.

Очисні споруди - це комплекс механічних, біологічних очисних споруд, очисних споруд та очисних споруд. Очищені стічні води скидаються в річку Дніпро через глибокий викид, який розсіює стічні води в районі. Халапи Обухівського району. Загальна проектна потужність очисних споруд становить 68,5 тис. М3 / добу. Проект передбачає подачу каналізації для очищення 3-м окремих потоків:

- стічні води картонно-паперового виробництва, вартість проекту 25,9 м3 / добу.

- стічні води ВАТ "Стиролбіотех" - промислові стічні води мікробіологічного виробництва, вартість проекту 15,9 тис. м3 / добу.

- промислові стічні води - побутові стічні води Обухів. Вартість проекту становить 15,5 тис. М3 / добу, а промислові стічні води підприємств Трипільського промислового заводу, вартість проекту 11,2 тис. М3 / добу.

### 1.2. Стічні води картонно-паперового виробництва

З картону і паперового виробництва, а також виробництва гофрованих стічних вод відводяться через два потоки.

Перший потік - це сильно забруднені стічні води вонюче-підготовчих відділень від сортування й очищення макулатури, прання білизни, машин, миття підлог, хімічного майданчика, установки уловлювання і автоматичних

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

установок для приготування крохмального клею для склеювання шарів гофрованого картону. Сильно забруднені стоки надходять на біологічне очищення на очисні споруди.

Другий потік - погано забруднена вода з паперових і паперових машин, направляється на механічну очистку на місцевих очисних спорудах (ЛОС). Освітлена вода з ЛОС повертається у виробництво для повторного використання. Надлишок освітленої води скидається в потік стічних вод, що йдуть до КОС.

#### **1.4. Обґрунтування технологічної схеми**

На сьогоднішній день стічні води з Київського картонно-паперового комбінату на міських очисних станціях змішуються з міськими стічними водами, очищаються і утилізуються в природних водоймах. З метою створення оборотної системи водокористування пропонується очистити стічні води "Київського картонно-паперового комбінату" окремо від комунально-побутової води, а потім повернутися на завод. Використовуючи запропоновану нами схему, можна перенести Київський картонно-паперовий комбінат до закритої системи водоспоживання, що дозволить скоротити водозабір з прилеглих річок і вирішити проблему аварійних і залпових скидів. Вибрану схему можна вважати безвідходною. Для очищення стічних вод була обрана технологічна схема, що включає вибоїни, для очищення води від великих механічних домішок. Шлам, що скидається з водойми, скидається на піщаний майданчик, де 2-3 рази на місяць вивозиться на територію виробництва.

Для забезпечення необхідних характеристик води перед подачею її для біологічного очищення, після того, як в стручок було встановлено радіальні

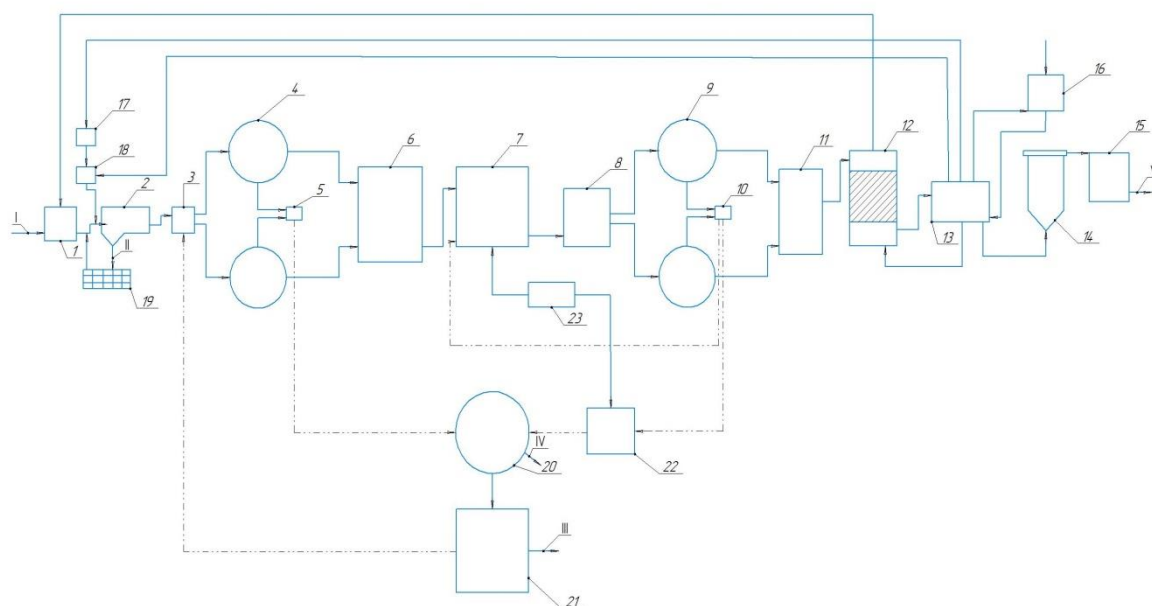
					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

септики. Перед поселенцями, для підвищення ефективності процесу седиментації, додатково вводять у воду коагулянт, змішування якого відбувається у вертикальних вихрових змішувачах. Після первинних відстійників якість води на суспендованих твердих частинках дозволяє подавати воду на стадію біологічного очищення. Тому після первинного седиментаційного резервуара вода негайно подається в аеротенк, де додається активний мул у дозі 2 г / дм<sup>3</sup>. Для видалення активного мулу після аеротенків встановлюють два радіальних відстійника. Активний мул, який видаляється на поселенцях, повертається в аеротенк.

Для забезпечення необхідної якості води для виробництва картону та паперу встановлюється піскоструминний фільтр, на якому вода зважується до 2,6 мг / дм<sup>3</sup> на суспендованих твердих речовинах. Останнім етапом очищення є дезінфекція за допомогою активного хлору. В якості джерела активного хлору використовують гіпохлорит марки А з концентрацією 190 г / дм<sup>3</sup> на активний хлор.

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Технологічна схема приведена на рис.1.1.



1-приймальна камера, 2-пісковловлювач, 3-розподільна камера, 4-первинні відстійники, 5-приймальна камера осаду, 6-приймальна камера освітленої води первинного освітлення, 7- аеротенк, 8-розподільна камера, 9-вторинні відстійники, 10-приймальна камера осаду вторинних відстійників, 11- приймальна камера освітленої води вторинного освітлення, 12-механічні фільтри , 13- бак фільтру, 14-вертикально-вихровий змішувач, 15-бак очищеної води, 16- розчинний бак коагулянту, 17-витратний бак коагулянту, 18- витратний бак, 19- пісковий майданчик, 20-метантенк, 21-фільтр-прес, 22- аеробний стабілізатор активного мулу, 23- компресорна станція, I-подача води на очистку, II-відведення осаду зі станції, III-відведення метану, IV- повернення води на виробництво

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		15

## 2.ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1.1 Пісковловлювачі

У потоці стічних вод картонно-паперового виробництва встановлено 2 горизонтальні водозбірники ставка з круговим рухом води. Піскоструминні пристрої призначені для затримання важких мінеральних домішок з стічних вод (піску). Видалення піску з стічних вод, що надходять на біологічну обробку, запобігає руйнуванню механізмів і бетонних конструкцій, враховуючи абразивні властивості піску, а також запобігає засміченню елементів аерації в аеротенках. Продуктивність одного піщаного 300 - 550 м<sup>3</sup> / год. При подачі води в пісок-пастку, витрата стічних вод коливається від 0,15 до 0,3 м / с. Збільшення споживання стічних вод вище цієї величини призводить до вилучення піску з пісковика, а різке падіння вартості (з кращим ефектом уловлювання піску) призводить до осадження в ньому органічних домішок, що призведе до вилучення органічних речовин з стічних вод і погіршення якості видалення піску. Для забезпечення заданих швидкостей потоку стічних вод при мінімальному і максимальному припливі встановлено два піскоструменеві пристрої. При мінімальній кількості стічних вод, що надходять до очисника, один з піскоструменевих пристроїв вимикається за допомогою панельних жалюзі, встановлених на входних і вихідних вікнах піщаного уловника, що збільшує гідравлічне навантаження на робочий пісок-захисник і запобігає надмірному навантаженню. видалення органічних і колоїдних речовин з стічних вод в піщаний улов. При максимальному витраті стічних вод піскоструминні апарати працюють у повному обсязі.

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



Стічні води доводять до піску-пастки і зливають з них лотками. Лоток подачі розташований на поверхні землі. Для виключення піскоструменевих машин з робіт на живильник і випускний лотки в розподільну камеру встановлені металеві поверхневі жалюзі. Осад з піщаного отвору видаляють гідроліфтами.

Після засипання стічні води проходять через лічильник води. У лотку встановлюються решітки для очищення стічних вод від великих механічних включень.

### 2.1.2. Проектування змішувачів

Ефективність очищення води шляхом коагуляції в значній мірі залежить від ефективного змішування коагулянту або вапна з водою. Ефективність процесу зростає зі зменшенням часу гомогенізації суміші. Виходячи з цього, змішувачі повинні забезпечувати швидке, ефективне змішування реагентів з водою.

Найпоширенішими стали механічні і гідравлічні змішувачі. У механічних змішувачах використовуються змішувачі, що обертаються під дією двигунів. Крім того, при механічному змішуванні використовується стиснене повітря. У гідравлічних змішувачах змішування відбувається за рахунок структурних особливостей структури і енергії руху води. Найбільш

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

широко використовуваними в практиці водопідготовки були гідравлічні змішувачі, до них відносяться: порожнисті, перистальтичні, вертикально-вихрові. При проектуванні змішувачі надходять від споживання води, враховуючи час води в будівлі (не більше 2 хвилин). Кількість змішувачів повинно бути не менше двох.

### 2.1.3 Первинні відстійники

У первинних відстійниках очищення стічних вод від нерозчинних забруднень - зважених речовин. Подача стічних вод здійснюється наступним чином: стійка вода надходить у розподільні чашки, які оснащені широкими порогами, які забезпечують розподіл потоку в чотирьох областях. Радіальний відстійник - це бетонний резервуар діаметром 46 м, всередині якого розташований розподільний пристрій для рівномірного виходу стійкої води. Розподільник вибирає залізобетонний контейнер, розташований в центрі резервуара. На основі розподільного пристрою стічні води потрапляють до простору, обмеженого стінками металевого направляючого циліндра висотою 1,1 - 1,3 м, що забезпечує глибокий забір води в зону відстоювання. На даний момент відбувається випробування заряджених речовин і відправлення. Вітражні стічні води для одного відстійника - 250-300 м<sup>3</sup> / год, тривалість обліку - 4,5 години.

Збирають воду освітлення через зливний збірний кільцевий лоток, розташований на внутрішній стороні стінки танка. Лоток для збору води надходить у розрядну камеру осадового баку і потім незалежно переходить до розподільного каналу стовбурів картонно-паперового потоку аеротенками різного ступеня до біологічного очищення. Час освітленої води з первинних стічних вод стічних вод картону та паперової продукції (приблизно 30%) надходить через каналізаційну насосну станцію власників, що вимагає введення та аеротенки першого ступеня для додаткової підготовки до

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

очищення на аеротенках. Первинні резервуари обладнані пристроєм для збору плавильних речовин, які відображаються напівзаглибленою дошкою, закріпленими на раковині ферми.

Зручна плаваюча підвіска відновлюється трубопроводом в жирній оболонці - одній для груп резервуарів, - звідки гравітація видаляється в потік осаду. При випуску плаваючого варіанту необхідно поставити в запас так, щоб він не містив великої кількості освітлених водіїв, які забезпечують дотримання відповідних вимог, встановлених на фермі мулоскреб.

У поточному районі мулласреб повинен працювати безперервно. Старт і зупинка мултрастера здійснюється з електростанції на насосному станції сирі облоги №1.

Порядок проведення операцій з відправкою сировини, зняття плавучих, будівельних і прибирання житлових будинків визначається під час роботи капітана зміни..

#### 2.1.4. Аеротенк

Розподільчі потужності встановлюються на жолоби між першим і другим коридорами кожної секції. Для відключення ділянки аеротенку на початку розподільної ємності встановлюється щит. Передбачена розподільна камера для рівномірного розподілу циркулюючого активного осаду в секціях аеротенків. Активний мул з розподільної камери по трубопроводу подається на початок першого коридору кожної аеротенкової секції, змішаної з дренажною водою, що подається з розподільного судна. В результаті знешкодження стічних вод у будівлях першого етапу біологічної очистки відбувається зниження концентрації органічних речовин БСК з 450 мг / дм<sup>3</sup> до 120 мг / дм<sup>3</sup>.

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Аеротенк побудований таким чином, що стічні води окремих потоків подаються в окремі верхні канали аеротенків. Розподіл побутових стоків і стічних вод картонно-паперової фабрики здійснюється лотками, розділеними ділянками коридорів. Активні мули - це пластівці щільно заселені аеробними мікроорганізмами. В основі шламу лежить біоценоз мікроорганізмів - мінералізаторів, бактерій, які можуть в присутності повітря здійснювати мінералізацію органічних забруднених стічних вод. Ефективність очищення залежить від структури і біологічних властивостей активного мулу. Формування біоценозу впливає на склад стічних вод і контроль за виконанням технологічного режиму роботи очисних споруд.

### 2.1.5. Вторинні відстійники

Видалення активного мулу з зони дренажу відбувається під гідростатичним тиском абсорбенту в шламовій камері. Впускний колектор - обертовий механізм приводу. Шлам відкачується і відбувається спонтанно за рахунок гідростатичного тиску. Основними вузлами інжектора є: осадова ферма, центральна опора, камера обертання, пробовідбірник, привід. Для регулювання використовуються вертикальні обертові бар'єри, що охоплюють вихідні точки горизонтальних патрубків. Під час експлуатації вторинного септичного резервуара, контроль рівномірного розподілу мулової суміші на седиментаційному резервуарі контролюється регулюванням ступеня розкриття щитових камер і видаленням шламу з напівобробленої води, що регулює подачу циркулюючий активний мул, змінюючи ступінь відкриття механізму затвора в шламовій камері.

Для визначення ефективності септика, у стічних водах визначається масова концентрація зважених речовин на вході і виході септичного резервуара.

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Збір і видалення осаду здійснюють з використанням муластого за допомогою приймача, розташованого в центрі відстійника. Далі осад з масовою часткою суспендованих речовин від 1,6% до 2,0% через трубопровід через насосну станцію неочищеного осаду подається в шламовий ущільнювач облоги картону і паперового виробництва.

### 2.1.6.Механічні фільтри

Фільтрація - це метод очищення води від суспензії шляхом пропускання її через пористий матеріал. В якості пористого матеріалу використовуються різні навантаження, які складаються з кварцового піску, подрібненого керамзиту, антрациту. Фільтруючими матеріалами можуть бути спеціальні тканини, керамічні і скляні пористі перегородки, синтетичні полімерні мембрани.

На великих станціях водопідготовки та водопідготовки використовуються зернисті котли з кварцового піску, керамзиту та антрациту.

У процесах очищення води фільтруванням виділяють два механізми фільтрації:

По першому механізму - забруднення збирається тонким шаром на поверхні фільтруючого гранульованого навантаження або фільтруючого матеріалу. Цей механізм реалізується, коли пори фільтруючого матеріалу менші, ніж розміри зважених частинок, або фільтрування відбувається через алювіальний шар. Шар тампона являє собою тонкий шар тонко подрібнених речовин, що осідає на поверхні фільтруючого матеріалу. Він може бути сформований з домішок, що знаходяться у воді, або від домішок, які спеціально вводяться у воду.

Другий механізм реалізований при підвищенні підвішених речовин у кількості завантаження фільтрів. Зважені речовини затримуються через

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

адгезія до частинок фільтруючого матеріалу. Цей механізм реалізується при використанні масових фільтруючих матеріалів у швидких фільтрах.

На станціях водопідготовки та очищення стічних вод найчастіше використовуються сипучі фільтри. Вони умовно поділяються на повільні і швидкі фільтри. Коли використовуються будь-які фільтри з масовим завантаженням, процес фільтрації відбувається періодично. На першому етапі очищення води здійснюється шляхом пропускання через пористий матеріал до вичерпання потужності забруднення фільтрів. Цей період називається циклом фільтрів. Про завершення циклу фільтра судять про пробою суспензії або за збільшення критичного значення гідравлічного опору фільтрів. Після завершення циклу фільтра фільтри вимикаються для очищення, це другий етап. У разі експрес-фільтрів вони просто промиваються інтенсивним потоком води, в деяких випадках забезпечуються водою, стисненим повітрям, тобто здійснюється промивка водою. Подача води при промиванні фільтрів може здійснюватися від низу до верху і зверху вниз. При очищенні повільних фільтрів вони просто механічно видаляють верхній алювіальний шар. Після очищення фільтр знову використовують у процесі фільтрації води. Як правило, на станції є ряд фільтрів. Для забезпечення безперервної роботи станції фільтри вимикаються по черзі.

Швидкі фільтри працюють при швидкості фільтрації 5-10 м / год. Вони мають другий механізм фільтрації. Забруднення затримується в товщині шару матеріалу фільтра.

Процес очищення краще при використанні з коагулянтами, які сприяють підвищенню адгезії зерен матеріалу з частинками зважених твердих речовин. Поверхня зерен кварцового піску характеризується негативним значенням електрокінетичного потенціалу ( $\xi$ ), домішки, присутні у воді, також характеризуються від'ємним значенням  $\xi$ -потенціалу, отже, зола, що утворюється при гідролізі коагулянта і мають позитивне значення  $\xi$ -

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

потенціалу, що сприяють зв'язуванню зважених речовин з зерном фільтруючого матеріалу.

При використанні швидких фільтрів станція очищення води працює в безперервному режимі з послідовним відключенням фільтрів для промивання. При нормальній роботі станції тривалість циклу фільтрації становить 8-12 годин. Кількість полоскань  $n = 2-3$  на добу.

Розрахунок площі фільтрації для швидких фільтрів здійснюється з урахуванням відключення фільтрів для прання. При цьому враховується нормальна швидкість фільтрації і швидкість фільтрації в примусовому режимі.

Швидкі фільтри працюють при швидкості фільтрації 5-10 м / год. Вони мають другий механізм фільтрації. Забруднення затримується в товщині шару матеріалу фільтра.

Процес очищення краще при використанні з коагулянтами, які сприяють підвищенню адгезії зерен матеріалу з частинками зважених твердих речовин. Поверхня зерен кварцового піску характеризується негативним значенням електрокінетичного потенціалу ( $\xi$ ), домішки, присутні у воді, також характеризуються від'ємним значенням  $\xi$ -потенціалу, отже, золи,

Вона утворилася шляхом гідролізу коагулянту і має позитивне значення  $\xi$  - потенціалу, що полегшує зв'язування суспендованих речовин з зерном фільтруючого матеріалу.

При використанні швидких фільтрів станція очищення води працює в безперервному режимі з послідовним відключенням фільтрів для промивання. При нормальному функціонуванні станції тривалість фільтрації кула 8-12 годин. Кількість полоскань  $n = 2-3$  на добу.

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Таблиця 1.2. Характеристики швидких фільтрів.

Тип фільтра	Характер фільтруючого шару		Швидкість фільтрування Vн, м/ч, по режиму				Інтенсивність промивання, л/(с· м2)		Т1, тривалість промивання	розширення завантаження, %
	діаметр зерен, мм	висота шару, м	нормального	форсірованого	водного	повітряного			хв.	Відносне
Одношаровий з піску	0.5-1.2	0.7-0.8	5 - 6	6 - 7.5	12-	-	6 - 5		45	
	0.7-1.6	1.3-1.5	6 - 8	7 - 9.5	14	-	6 - 5		30	
	0.8-2	1.8-2	8 - 10	10-12	14-	-	6 - 5		25	
Одношаровий з дробленого керамзита					16					
					16-					
	0.5-1.2	0.7-0.8	6 - 7	7 - 9	18	-	7 - 6		45	
Двошаровий (верхній шар антрацит, нижній-пісок)	0.7-1.6	1.3-1.5	7 - 9.5	8.5-11.5		-	7 - 6		30	
	0.8-2	1.8-2	9.5-12	12 - 14		-	7 - 6		25	
					12-					
					15					
					12-					
	0.8-1.8	0.4-0.5	7 - 10	8.5 - 12	15	-	7 - 6		50	
	(Антрацит)				12-					
	0.7-0.8				15					
	0.5-1.2									
	(Пісок)									
					14-					
					16					



Схема швидкого фільтра приведена на рис.1.3.

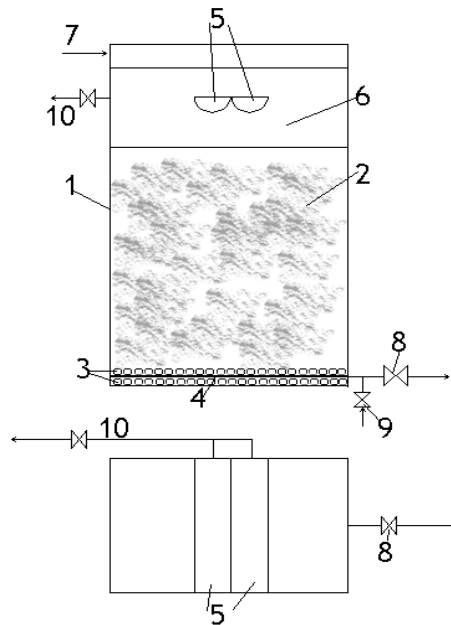


Рис. 2.2. Механічний фільтр із зернистим завантаженням.

- 1 - корпус швидкого фільтра;
- 2 - зернистий фільтруючий матеріал;
- 3 - підтримуюче завантаження (щебінь, гравій);
- 4 - дренажна система;
- 5 - жолоби для збору промивної води;
- 6 - шар води;
- 7 - подача води в фільтр;
- 8 - вентильна лінія відведення профільтрованої води;
- 9 - вентиль на лінії подачі води на промивку;
- 10 - вентиль на трубопроводі відведення промивної води.

### 2.1.8.Дренажна система фільтрів

Дренажна система використовується в фільтрах з підтримуючим завантаженням. Це система перфорованих труб, які розташовані в нижній частині фільтра в шарі завантаження.

У випадку, якщо завантаження фільтра розташоване на металевій сітці, система дренажування не розраховується і не використовується.

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		25

Як правило, дренажна система складається з колектора і відгалужень.

Колектор являє собою трубу великого діаметра, яка проходить через весь фільтр, труби меншого діаметру, які перфоровані або мають отвори у вигляді тріщин.

Дренажна система розраховується відповідно до режиму прання. Спочатку визначають витрату води в колекторі при промиванні:

Загальна площа отворів становить 0,25-0,5% від загальної площі фільтра.

У випадку, якщо не використовують опорний черевик, а дренажна система знаходиться в навантаженні фільтра, у трубах водостічної системи повинні бути прорізи не більше 0,1 мм і загальна площа всіх тріщин 1,5-2 % площі фільтра.

Подрібнювачі для збору промивної води розташовані на відстані не більше 2,2 м. Котушка розрахована на потік води для прання.

#### **2.1.9. Мулові ділянки**

Мулові ділянки для сушіння осаду в природних умовах розміщуються на території 8 га на синтетичному асфальтобетоні з дренажем у вигляді залізобетонних контейнерів, заповнених гравієм. На шламових картах стабілізується аеробний стабілізатор осаду побутових стічних вод з надмірним активним мулом. Термін зберігання на мулових картах для закінчення процесу сушіння і дезінфекції - не менше трьох років, а потім може бути використаний як органічне добриво. На території дитячих майданчиків є дренажна насосна станція. Стічні води, що виводяться через дренажну систему, дві насоси, встановлені на дренажній станції, закачуються в камеру шламонасосної станції, з якої вони повертаються для повторного очищення в розподільних басейнах первинного стоку стічних вод стічних вод або потік стічних вод картонно-паперового виробництва.

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## 2.2. ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ОЧИСТКИ ВОДИ

### 2.2. Розрахунок матеріального балансу

#### 2.2.1. Розрахунок кількості піску, що затримується на пісколовках

Задовільно працююча пісколовка затримує 10-40 дм<sup>3</sup> піску з 1000 м<sup>3</sup> стічної води при вологості 60% і густині 1,25 т/м<sup>3</sup>.

Прийmemo ступінь вилучення піску за 0,04 дм<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>, тоді об'єм вилученого піску складе:

$$W = 0.04 * Q = 0,04 * 25900 = 1036 \text{ дм}^3/\text{добу}$$

Де W – об'єм вилученого піску, дм<sup>3</sup>/добу, Q – витрата води, м<sup>3</sup>/добу.

Маса вилученого піску складе:

$$M = W * \rho = 1036 * 1.25 = 1295 \text{ кг/добу}$$

Де  $\rho$  – густина водо-піщаної суміші, т/м<sup>3</sup>; M – маса вилученого піску, кг/добу.

При вологості суміші 60%, маса сухого піску складе:

$$M_{\text{сух}} = M * (100 - B) / 100 = 1295 * (100 - 60) / 100 = 518 \text{ кг/добу}$$

Де  $M_{\text{сух}}$  – маса вилученого сухого піску, кг/добу; B – вологість, %.

Вхідна концентрація зважених речовин на пісколовках складає 2386,5 г/м<sup>3</sup>. На пісколовках вилучається 518 кг/добу зважених речовин, тобто

$$518 * 1000 / 25900 = 20 \text{ г/м}^3$$

Таким чином, концентрація зважених речовин на виході з пісколовок складатиме:

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$C_k = C_0 - C_b = 2386,5 - 20 = 2366,5 \text{ г/м}^3$$

Де  $C_0$  – вихідна концентрація зважених речовин,  $\text{г/м}^3$ ;  $C_b$  – концентрація вилучених зважених речовин,  $\text{г/м}^3$ .

### 2.2.2. Розрахунок первинних відстійників

Доза коагулянту, що вводиться в первинні відстійники складає:

$$D = 4 * \sqrt{K} = 4 * \sqrt{65} = 32,2 \text{ г/м}^3$$

Де:  $K$  – колірність вхідної води, град.

Маса сухої речовини коагулянту, з врахуванням того, що він постачається у сухому вигляді з концентрацією по чистому сульфату заліза 55 % складе

$$D * Q * 100 / 55 = 32,2 * 25898,96 * 100 / 55 = 1514,06 \text{ кг/добу}$$

Густина 55 %  $\text{FeSO}_4$  складає  $1,99 \text{ кг/дм}^3$ , тоді його об'єм складе

$$V = m / \rho = 1514,06 / 1,99 = 760,8 \text{ дм}^3/\text{добу}$$

Доза розчиненого та розведеного до 20 % коагулянту складе

$$D_{20\%} = D_{55\%} * 55 / 20 = 1514,06 * 55 / 20 = 4012,25 \text{ кг/добу}$$

Густина 20 %  $\text{FeSO}_4$  складає  $1,637 \text{ кг/дм}^3$ , тоді його об'єм складе

$$V = m / \rho = 4012,25 / 1,637 = 2450,98 \text{ дм}^3/\text{добу}$$

Об'єм води, що необхідний для розведення коагулянту до 20 % складе

$$V_{H_2O} = V_2 - V_1 = 2450,98 - 760,8 = 1690,15 \text{ дм}^3/\text{добу}$$

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Доза розведеного до 5 % коагулянту складе

$$D_{5\%} = D_{20\%} * 20/5 = 4012,25 * 20 / 5 = 16049 \text{ кг/добу}$$

Густина 5 % FeSO<sub>4</sub> складає 1,286 кг/дм<sup>3</sup>, тоді його об'єм складе

$$V = m / \rho = 16049 / 1,286 = 12479,78 \text{ дм}^3/\text{добу}$$

Об'єм води, що необхідний для розведення коагулянту до 5 % складе

$$V_{H_2O} = V_2 - V_1 = 12479,78 - 2450,98 = 10028,8 \text{ дм}^3/\text{добу}$$

Розрахуємо масу завислих речовин, що надходять до первинних відстійників:

$$M_{зр} = C_{зр} * Q = 2366,5 * 25898,96 = 61289898 \text{ г/добу} = 61,29 \text{ т/добу}$$

Де  $C_{зр}$  – концентрація завислих речовин, г/м<sup>3</sup>;  $Q$  – витрата води, м<sup>3</sup>/добу.

При ефективності первинних відстійників 95%, маса вилучених завислих речовин складе:

$$M_{взр} = 0,95 * M_{зр} = 0,95 * 61,29 = 57.61 \text{ т/добу}$$

Де  $M_{взр}$  – маса вилучених завислих речовин, т/добу.

Вологість осаду складає 95%, тоді можна розрахувати масу вологого осаду:

$$M_o = 57.61 * 100 / (100 - 95) = 1152.25 \text{ т/добу}$$

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Густина вологого осаду складає 1,175 кг/дм<sup>3</sup>, тоді його об'єм буде рівним

$$W_o = M_o / \rho = 1152.25 / 1,175 = 980.64 \text{ м}^3$$

Де  $W_o$  – об'єм осаду, м<sup>3</sup>;  $M_o$  – маса осаду, т/добу;  $\rho$  – густина осаду, т/м<sup>3</sup>.

Концентрація завислих речовин на виході з відстійника складає:

$$C_{зр\text{ к}} = (M_{зр} - M_{взр}) / Q_{к} = (61,29 - 57.61) / 24960,05 = 147.58 \text{ г/м}^3$$

Де:  $M_{зр}$  – маса завислих речовин, що надходять до відстійника, т/добу;  $M_{взр}$  – маса вилучених на відстійнику завислих речовин, т/добу;  $Q_{к}$  – витрата води на виході з відстійника, м<sup>3</sup>/добу.

### 2.2.3. Розрахунок аеротенку

Маса зважених речовин, що надходить до аеротенку складає:

$$M_{зр} = Q * C_{зр} = 24918,33 * 0,147 = 3.68 \text{ т/добу}$$

Де  $Q$  – витрата води, що надходить до аеротенку, м<sup>3</sup>/добу;  $C_{зр}$  – концентрація зважених речовин, кг/м<sup>3</sup>.

Маса кисню, що поглинається стічною водою біологічним шляхом за добу складає:

$$M_{к} = \text{БСК} * Q = 333,5 * 24918,33 = 8,31 \text{ тО}_2\text{/добу}$$

Де БСК – повне біологічне споживання кисню, г/м<sup>3</sup>;  $Q$  – витрата води, м<sup>3</sup>/добу.

Тоді витрата чистої води, при її густині 1 т/м<sup>3</sup> складає

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$Q_{\text{чв}} = Q - M_{\text{зр}} - M_{\text{к}} = 24918,33 - 3,68 - 8,31 = 24906,34 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Де:  $Q$  – витрата води,  $\text{м}^3/\text{добу}$ ;  $M_{\text{к}}$  – маса кисню, що поглинається стічною водою біологічним шляхом,  $\text{тO}_2/\text{добу}$ ;  $M_{\text{зр}}$  – маса зважених речовин, що надходить до аеротенку,  $\text{т}/\text{добу}$ .

Рециркуляція водо-мулової суміші складає:

$$Q_{\text{R}} = Q * R = 24918,33 * 0,3 = 7475,5 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Де:  $Q$  – витрата води,  $\text{м}^3/\text{добу}$ ;  $R$  – ступінь рециркуляції,  $R = 0,3$ .

Приріст активного мулу у аеротенку-змішувачі розраховується як

$$П = 0,8 * V + K' * L_a = 0,8 * 147,58 + 0,3 * 333,5 = 18,01 \text{ г}/\text{м}^3$$

Де:  $V$  – концентрація зважених речовин,  $\text{г}/\text{м}^3$ ;  $K'$  – коефіцієнт приросту активного мулу,  $K' = 0,3$ ;  $L_a$  – БСК вхідної води,  $\text{гO}_2/\text{м}^3$ .

Тоді маса сухої речовини активного мулу, що утворюється в процесі біологічної очистки, складає:

$$M_{\text{ПМ}} = Q * П = 24918,33 * 18,01 = 0,45 \text{ т}/\text{добу}$$

Де:  $Q$  – витрата води,  $\text{м}^3/\text{добу}$ ;  $П$  – приріст активного мулу,  $\text{г}/\text{м}^3$ .

Концентрація активного мулу в рециркуляційному потоці складатиме:

$$C_{\text{RM}} = (Q_{\text{R}} + Q) * a / Q_{\text{R}} = (7475,5 + 24918,33) * 2000 / 7475,5 = 8666,67 \text{ г}/\text{м}^3$$

Де:  $Q$  – витрата води,  $\text{м}^3/\text{добу}$ ;  $Q_{\text{R}}$  – витрата рециркуляційної води,  $\text{м}^3/\text{добу}$ ;  $a$  – доза активного мулу,  $\text{г}/\text{м}^3$ .

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		31

#### 2.2.4. Розрахунок вторинних відстійників

Розрахуємо масу завислих речовин, що надходять до вторинних відстійників:

$$M_{зр} = (B + a) * Q + M_{ПМ} = ((147.58 + 2000) / 10^6) * 25756.42 + 0,449 = 55.76 \text{ т/добу}$$

Де  $B$  – концентрація завислих речовин,  $\text{г/м}^3$ ;  $Q$  – витрата води,  $\text{м}^3/\text{добу}$ ;  $a$  – доза активного мулу,  $\text{г/м}^3$ ;  $M_{ПМ}$  – маса мулу, що утворився під час очистки,  $\text{т/добу}$ .

При ефективності первинних відстійників 90%, маса вилучених завислих речовин складе:

$$M_{взр} = 0,9 * M_{зр} = 0,9 * 55.76 = 50.19 \text{ т/добу}$$

Де  $M_{взр}$  – маса вилучених завислих речовин,  $\text{т/добу}$ .

Вологість осаду складає 95%, тоді можна розрахувати масу вологого осаду:

$$M_o = 50.19 * 100 / (100 - 95) = 1003,7 \text{ т/добу}$$

Густина вологого осаду складає  $1,175 \text{ кг/дм}^3$ , тоді його об'єм буде рівним

$$W_o = M_o / \rho = 1003,7 / 1,175 = 854,2 \text{ м}^3/\text{добу}$$

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



Де  $W_o$  – об'єм осаду, м<sup>3</sup>;  $M_o$  – маса осаду, т/добу;  $\rho$  – густина осаду, т/м<sup>3</sup>.

Концентрація завислих речовин на виході з відстійника складає

$$C_{зр\ k} = (M_{зр} - M_{взр}) / Q_k = (55,76 - 50,19) / 25505,7 = 218,63 \text{ г/м}^3$$

Де  $M_{зр}$  – маса завислих речовин, що надходять до відстійника, т/добу;  
 $M_{взр}$  – маса вилучених на відстійнику завислих речовин, т/добу;  $Q_k$  – витрата води на виході з відстійника, м<sup>3</sup>/добу.

### 2.2.5. Розрахунок механічного фільтру

$$F = \frac{Q}{T \cdot V_n - 3,6 \cdot \omega \cdot n \cdot t_1 - t_2 \cdot V_n \cdot n}$$

$$= \frac{25505,68}{24 \cdot 7,5 - 3,6 \cdot 15 \cdot 2 \cdot 0,1 - 0,33 \cdot 7,5 \cdot 2} = 160 \text{ м}^2,$$

де  $T$  – час роботи станції,  $T = 24$  год/добу;  $V_n$  – швидкість фільтрування,  $V_n = 7,5$  м/год;  $n$  – число промивок,  $n = 2$ ;  $t_1$  – час промивки фільтру,  $t_1 = 0,1$  год;  $t_2$  – час простою фільтра у зв'язку з промивкою,  $t_2 = 0,33$  год..

Кількість фільтрів:

$$N = \frac{\sqrt{F}}{2} = \frac{\sqrt{160}}{2} = 6,33$$

Приймаємо мінімальну кількість фільтрів – 7 шт.

Площа одного фільтру:

$$F = \frac{160}{7} = 22,85 \text{ м}^2$$

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Розрахунок витрати води на промивку одного фільтру:

$$q_{\text{промив}} = F_1 \cdot \omega = 22,85 \text{ м}^2 \cdot 15 \frac{\text{дм}^3}{\text{с} \cdot \text{м}^2} = 343,5 \frac{\text{дм}^3}{\text{с}}$$

Тоді витрата на промивку 1-го фільтру становить:

$$q_{\text{промив}} = 343,5 \cdot 2 \cdot 0,1 \cdot \frac{3600}{1000} = 247,34 \frac{\text{м}^3}{\text{добу}}$$

Тоді витрата на промивку 7 фільтрів становить:

$$q_{\text{промив}} = 247,34 \cdot 7 = 1731,4 \frac{\text{м}^3}{\text{добу}}$$

### 2.2.7. Розрахунок хлораторної камери

Доза гіпохлориту натрію по активному хлору, згідно до ДСТУ 12.1.007-76, складає 5 г/м<sup>3</sup>. Гіпохлорит натрію марки А постачається у вигляді жовто-зеленої рідини з концентрацією активного хлору 190 г/дм<sup>3</sup>. Таким чином, доза гіпохлориту марки А складе:

$$D_{\text{ГХА}} = 5 \cdot 1000/190 = 26,32 \text{ см}^3/\text{м}^3$$

Витрата гіпохлориту складе:

$$D \cdot Q = 26,32 \cdot 22168,75 = 583481,31 \text{ см}^3/\text{добу} = 0,525 \text{ м}^3/\text{добу}$$

При розведенні гіпохлориту в десять разів, витрата води для розведення гіпохлориту складе:

$$V_{\text{в}} = 0,525 \cdot 9 = 4,73 \text{ м}^3/\text{добу}$$

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

### 3.ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ГІДРАВЛІЧНІ РОЗРАХУНКИ ОЧИСНИХ СПОРУД

#### 3.2.1 Розрахунок приймальної камери

Приймальна камера

$$Q = \frac{25900}{86400} = 0,299769\left(\frac{\text{м}^3}{\text{с}}\right)$$

Об'єм камери

$$V = \frac{t * Q}{N} = \frac{3600 * 0,299769}{1} = 1079,167(\text{м}^3)$$

Q – витрата води, м<sup>3</sup>/год, t – час перебування води в резервуарі, N – кількість резервуарів

Висоту приймаємо 10,3м

Площа приймальної камери

$$F = \frac{V}{H} = \frac{1079,167}{10,3} = 104,7735(\text{м})$$

Довжину приймаємо 10,2м

Ширина приймальної камери

$$B = \frac{F}{L} = \frac{104,7735}{10,2} = 10,2719(\text{м})$$

#### 3.2.2.Розрахунок розподільної камери

$$Q = \frac{24918,33}{86400} = 0,2884\left(\frac{\text{м}^3}{\text{с}}\right)$$

Об'єм камери

$$V = \frac{t * Q}{N} = \frac{3600 * 0,2884}{1} = 1038,264(\text{м}^3)$$

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$Q$  – витрата води,  $\text{м}^3/\text{год}$ ,  $t$  – час перебування води в резервуарі,  $N$  – кількість резервуарів

Висоту приймаємо 10,1м

Площа розподільної камери

$$F = \frac{V}{H} = \frac{1038,264}{10,1} = 102,7984(\text{м})$$

Прийmemo дожину 10,1м

Ширина розподільної камери

$$B = \frac{F}{L} = \frac{102,7984}{10,1} = 10,1781$$

### 3.2.3.Розрахунок приймальної камери осаду первинних відстійників

$$Q = \frac{980,6384}{86400} = 0,011349981\left(\frac{\text{м}^3}{\text{с}}\right)$$

Об'єм камери осаду первинних відстійників:

$$V = \frac{t * Q}{N} = \frac{3600 * 0,011349981}{1} = 40,8599(\text{м}^3)$$

$Q$  – витрата води,  $\text{м}^3/\text{год}$ ,  $t$  – час перебування води в резервуарі,  $N$  – кількість резервуарів

Висоту приймаємо 3,4м

Площа приймальної камери осаду 1

$$F = \frac{V}{H} = \frac{40,8599}{3,4} = 12,0176(\text{м})$$

Приймаємо довжину 3,5м

Ширина приймальної камери осаду 1

$$B = \frac{F}{L} = \frac{12,0176}{3,5} = 3,4336(\text{м})$$

### 3.2.4.Розрахунок приймальної камери освітленої води первинних відстійників

$$Q = \frac{24918,33}{86400} = 0,2884\left(\frac{\text{м}^3}{\text{с}}\right)$$

Об'єм камери освітленої води первинних відстійників

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$V = \frac{t * Q}{N} = \frac{1200 * 0,2884}{2} = 173,0439$$

Q – витрата води, м<sup>3</sup>/год, t – час перебування води в резервуарі, N – кількість резервуарів

Висоту приймаємо 5,6м

Площа приймальної камери освітленої води первинних відстійників

$$F = \frac{V}{H} = \frac{173,0439}{5,6} = 30,9007(\text{м})$$

Довжину приймаємо 5,6м

Ширина приймальної камери освітленої води 1

$$B = \frac{F}{L} = \frac{30,9007}{5,6} = 5,5178(\text{м})$$

### 3.2.5.Розрахунок приймальної камери водомулової суміші

$$Q = \frac{25756,42}{86400} = 0,2981 \left( \frac{\text{м}^3}{\text{с}} \right)$$

Об'єм камери водомулової суміші

$$V = \frac{t * Q}{N} = \frac{1200 * 0,2981}{2} = 178,864(\text{м}^3)$$

Q – витрата води, м<sup>3</sup>/год, t – час перебування води в резервуарі, N – кількість резервуарів

Висоту приймаємо 5,6м

Площа приймальної камери водомулової суміші

$$F = \frac{V}{H} = \frac{178,864}{5,6} = 31,94(\text{м})$$

Довжину приймаємо 5,7м

Ширина приймальної камери водомулової суміші

$$B = \frac{F}{L} = \frac{31,94}{5,7} = 5,6035(\text{м})$$

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

### 3.2.6. Розрахунок приймальної камери осаду вторинних відстійників

$$Q = \frac{854,2378}{86400} = 0,009887(\text{м}^3)$$

Об'єм приймальної камери осаду вторинних відстійників

$$V = \frac{t * Q}{N} = \frac{3600 * 0,009887}{1} = 35,5933(\text{м}^3)$$

Q – витрата води, м³/год, t – час перебування води в резервуарі, N – кількість резервуарів

Висоту приймаємо 3,3м

Площа приймальної камери осаду 2

$$F = \frac{V}{H} = \frac{35,5933}{3,3} = 10,7858(\text{м})$$

Приймаємо довжину 3,3 м

Ширина приймальної камери осаду 2

$$B = \frac{F}{L} = \frac{10,7858}{3,3} = 3,2684(\text{м})$$

### 3.2.7. Розрахунок приймальної камери освітленої води вторинних відстійників

$$Q = \frac{24902,18}{86400} = 0,2882\left(\frac{\text{м}^3}{\text{с}}\right)$$

Об'єм камери освітленої води 2

$$V = \frac{t * Q}{N} = \frac{1200 * 0,2882}{3} = 115,2878(\text{м}^3)$$

Q – витрата води, м³/год, t – час перебування води в резервуарі, N – кількість резервуарів

Висоту приймаємо 4,9м

Площа приймальної камери освітленої води вторинних відстійників

$$F = \frac{V}{H} = \frac{115,2878}{4,2} = 23,5281(\text{м})$$

Довжину приймаємо 4,9м

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Ширина приймальної камери освітленої води 2

$$B = \frac{F}{L} = \frac{23,5281}{4,9} = 4,8016(\text{м})$$

### 3.2.8. Розрахунок приймальної камери освітленої води

$$Q = \frac{21566,43}{86400} = 0,2496\left(\frac{\text{м}^3}{\text{с}}\right)$$

Об'єм камери освітленої води 3

$$V = \frac{t * Q}{N} = \frac{1200 * 0,2496}{4} = 74,8834(\text{м}^3)$$

Q – витрата води, м<sup>3</sup>/год, t – час перебування води в резервуарі, N – кількість резервуарів

Висоту приймаємо 4,2м

Площа приймальної камери освітленої води 3

$$F = \frac{V}{H} = \frac{74,8834}{4,2} = 17,8294(\text{м})$$

Приймаємо довжину 4,2м

Ширина резервуару освітленої води 3

$$B = \frac{F}{L} = \frac{17,8294}{4,2} = 4,2451$$

### 3.2.9. Розрахунок приймальної камери очищеної води

$$Q = \frac{19899,03}{86400} = 0,2303\left(\frac{\text{м}^3}{\text{с}}\right)$$

Об'єм камери очищеної води

$$V = \frac{t * Q}{N} = \frac{1200 * 0,2303}{4} = 69,0938(\text{м}^3)$$

Q – витрата води, м<sup>3</sup>/год, t – час перебування води в резервуарі, N – кількість резервуарів

Висоту приймаємо 4,1м

Площа приймальної камери очищеної води

$$F = \frac{V}{H} = \frac{69,0938}{4,1} = 16,8522(\text{м})$$

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Довжину приймаємо 4,1м

Ширина резервуару очищеної води

$$B = \frac{F}{L} = \frac{16,8522}{4,1} = 4,2$$

### 3.2.10. Розрахунок площі складу та об'ємів розчинних та витратних баків коагулянту коагулянту

Площа складу для зберігання коагулянту:

$$F = \frac{Q \cdot D_p \cdot T \cdot \alpha}{10000 \cdot P \cdot \rho \cdot h} = \frac{12969 \cdot 5 \cdot 365 \cdot 1,2}{10000 \cdot 53 \cdot 1,99 \cdot 2,5} = 10,77 \text{ м}^2$$

Q – витрата води, яка подається на станцію водопідготовки, м<sup>3</sup>/добу;  
D<sub>p</sub>–доза реагенту, г/м<sup>3</sup>; T – термін зберігання реагенту, діб; α – збільшення площі складу за рахунок проходів; P – вміст основного компоненту, %;  
ρ – густина реагенту, т/м<sup>3</sup>; h – висота шару реагенту, м.

При механічному завантаженні коагулянту висота шару сягає 1 - 3,5 м.  
В нашому випадку h = 2,5 м.

Кількість розчинних баків:

$$n = 3$$

Об'єм розчинного баку:

$$W_p = \frac{q \cdot D_p \cdot t}{10000 \cdot v_p \cdot \rho} = \frac{1079,2 \cdot 30,98 \cdot 24}{10000 \cdot 20 \cdot 1,99} = 2,016 \text{ м}^3$$

де W<sub>p</sub> – об'єм розчинного баку; q – витрата води, м<sup>3</sup>/год; D<sub>p</sub> – доза реагенту, г/м<sup>3</sup>; t – період роботи станції в годинах, що забезпечується даною кількістю реагенту; v<sub>p</sub> – концентрація реагенту в розчинному баку (15 - 20), %; ρ – густина розчину, т/м<sup>3</sup>.

Розчинні баки застосовують при сухому зберіганні реагенту. Розчинних баків повинно бути не менше трьох.

Площа розчинних баків:

$$F = \frac{W_p}{H} = \frac{2,016}{1,3} = 1,5509 \text{ м}^2$$

Висота розчинного баку:

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



$$H = 1,3 \text{ м}$$

Прийmemo, що ширина розчинного баку:

$$B = 1,3 \text{ м}$$

Тоді довжина розчинного баку:

$$L = \frac{F}{B} = \frac{1,5509}{1,3} = 1,2 \text{ м}$$

Об'єм витратних баків:

$$W_B = \frac{B_p}{B_B} \cdot W_p = \frac{20}{5} \cdot 2,016 = 8,065 \text{ м}^3$$

де  $W_B$  – об'єм витратного баку,  $\text{м}^3$ ;  $B_p$  – концентрація у розчинному баку, %;  $B_B$  – концентрація у витратному баку.

Висота витратних баків:

$$H = 2 \text{ м}$$

Площа витратних баків:

$$F = \frac{W_B}{H} = \frac{8,065}{2} = 4,033 \text{ м}^2$$

Кількість витратних баків:

$$n = 1$$

Прийmemo, що ширина витратного баку:

$$B = 2 \text{ м}$$

Тоді довжина розчинного баку:

$$L = \frac{F}{B} = \frac{4,033}{2} = 2 \text{ м}$$

### 3.3.1. Розрахунок горизонтальних піскоуловлювачів

Спочатку розраховують площу перерізу каналу піскоуловлювача,  $\text{м}^2$ :

$$\omega = \frac{q_{\max}}{nV} = \frac{0.2997}{1 * 0.15} = 1.9985$$

де  $n$  – число каналів (секцій) піскоуловлювача;  $V$  – швидкість руху води ;  
 $q_{\max}$  – максимальна витрата води,  $\text{м}^3/\text{с}$ .

Площа дзеркала води в одній секції (каналі),  $\text{м}^2$ :

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$F1 = \frac{q_{\max} * 10^3}{nU_0} = \frac{0,2997 * 10^3}{1 * 20} = 14.9884$$

де  $U_0$  - гідравлічна крупність осаду.

Довжина горизонтального піскоуловлювача:

$$L = Kh \frac{V}{U_0} = 2,43 * 1 * \frac{0,15}{20} = 18.225$$

де  $K$  – коефіцієнт, який враховує зниження ефективності роботи споруди за рахунок вертикальної турбулентної складової руху води;  $h$  – рівень води в каналі піскоуловлювача, м.

$K$  вибирають зі СНІПу або розраховують за формулою:

$$K = \frac{U_0}{\sqrt{U_0^2 - \omega^2}} = \frac{20}{\sqrt{20^2 - 0.0075^2}} = 2.43$$

де  $\omega'$  - вертикальна складова турбулентного руху води:

$$\omega' = 0.05 * V = 0,05 * 0,15 = 0,0075$$

Час перебування води в піскоуловлювачі, с, можна розрахувати за формулою:

$$t = \frac{LBh * n}{q_{\max}} = \frac{18.225 * 1 * 1 * 1}{0.2997} = 60.7969$$

де  $B$  - ширина секції піскоуловлювача, м, розраховується за формулою:

$$B = h = 1$$

Об'єм піскового прямоку,  $m^3$ , розраховують, виходячи з приведенного числа жителів ( $N^c_{пр.}$ ):

$$W = \frac{a_s N^c_{пр} t}{1000 * n} = \frac{0.02 * 950928,5 * 2}{1000 * 1} = 38.0372$$

де  $a_s$  - об'єм піску, який приходить на одного жителя на добу;  $t'$  - час накопичення піску.

Для забезпечення нормальної роботи піскоуловлювача використовують поріг водозливу, який дозволяє підтримувати постійний рівень води в піскоуловлювачах при коливанні витрати води.

Висота порогу водозливу, м, знаходиться з формули:

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		42

$$P = \frac{h_{\max} - K_q^{2/3} h_{\min}}{K_q^{2/3} - 1} = \frac{1 - 2^{2/3} * 0.5}{2^{2/3} - 1} = 0.3512$$

де  $h_{\min}$  - рівень води при мінімальній витраті води, м;  $h_{\max}$  - рівень води при максимальній витраті води, м;  $K_q$  - коефіцієнт коливання витрати води, визначають за формулою:

$$K_q = \frac{q_{\max}}{q_{\min}} = \frac{0,2997}{0.1498} = 2$$

Ширина порогу водозливу:

$$B = m \frac{q_{\max}}{\sqrt{2g(h_{\max} + P)^{3/2}}} = 0,35 * \frac{0.2997}{\sqrt{2} * 19.62(1 + 0,3512)^{3/2}} = 0,1231$$

де  $m$  - коефіцієнт витрати водозливу, який за СНиПом рекомендується прийняти.

### 3.3.2. Розрахунок змішувача

Розрахунок зводиться до визначення основних розмірів змішувача. Площа перерізу вхідного патрубку,  $m^2$ , визначається з витрати води та швидкості її руху:

$$f_{ex} = \frac{q_1}{3600V_{ex}}, f_{ex} = \frac{829.1065}{3600*1.5} = 0.1535$$

де  $V_{ex}$  - швидкість води у вхідному отворі ( 1,2 - 1,7 м/с).

Діаметр вхідного отвору (патрубку), м, розраховують за формулою:

$$d = 2\sqrt{\frac{f_{ex}}{\pi}} \cdot d = 2\sqrt{\frac{0,1535}{3,1415}} = 2,8945$$

Площа перерізу верхньої частини змішувача,  $m^2$ , також визначається з витрати води у одному змішувачі ( $q_1$ ) та швидкості підйому води у верхній частині ( $V_v$ ):

$$F = \frac{q_1}{3600V_v}, F = \frac{829,11}{0,035*3600} = 6,58$$

де  $V_v$  - швидкість підйому води у верхній частині (0,03 - 0,04 м/с).

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Діаметр верхньої частини, м, або ширину верхньої частини визначають з площі її перерізу:

$$D = 2\sqrt{\frac{F}{\pi}}; D = 2\sqrt{\frac{6,58}{3,1415}} = 2,89; B = \sqrt{F} \cdot B = \sqrt{6,58} = 2,56$$

Висота верхньої частини, м, визначається за формулою:

$$h_{\text{в}} = \frac{W_{\text{в.ч.}}}{F}, h_{\text{в}} = \frac{23,87}{6,58} = 3,63$$

де  $W_{\text{в.ч.}}$  – об'єм верхньої частини змішувача.

Загальний об'єм змішувача,  $\text{м}^3$ , розраховується, виходячи з витрати води та часу перебування води у змішувачі:

$$W = \frac{q_1 t}{60}. W = 829,11 * \frac{2}{60} = 27,64$$

Об'єм нижньої частини,  $\text{м}^3$ , розраховується за формулою:

$$W_{\text{н.ч.}} = \frac{1}{3} h_{\text{н.ч.}} (F + f_{\text{вх}} + \sqrt{F f_{\text{вх}}}). W_{\text{нч}} = \frac{1}{3} * 1,46 (6,58 + 0,15 + \sqrt{6,58 * 0,15}) = 3,769$$

Об'єм верхньої частини,  $\text{м}^3$ , визначають, виходячи з загального об'єму змішувача та об'єму його нижньої частини.

$$W_{\text{в.ч.}} = W - W_{\text{н.ч.}} W_{\text{вч}} = 27,64 - 3,769 = 23,867.$$

Загальна висота змішувача, м, буде:

$$H = h_{\text{н.ч.}} + h_{\text{в}} + h_{\text{б}}. H = 1,46 + 3,63 + 0,3 = 5,38$$

Загальна площа отворів для переливання води,  $\text{м}^2$ :

$$F_{\text{отв}} = \frac{q_1}{3600 V_0}, F_{\text{отв}} = \frac{829,11}{3600 * 1} = 0,231$$

де  $V_0$  – швидкість руху води в отворах (1 м/с).

Площа одного отвору,  $\text{м}^2$ :

$$\omega_o = \frac{\pi d_o^2}{4}, \omega = \frac{3,14 * 0,15^2}{4} = 0,0176$$

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

де  $d_0$  – заданий діаметр отвору.

Кількість отворів:

$$n = \frac{F_{отв}}{\omega_0} \quad n = \frac{0,231}{0,0176} = 14$$

### 3.3.3.Розрахунок швидкого фільтру

Загальна площа фільтрування:

$$F = \frac{Q}{T \cdot V_H - 3,6 \cdot \omega \cdot n \cdot t_1 - t_2 \cdot V_H \cdot n} \\ = \frac{25505,68}{24 \cdot 7,5 - 3,6 \cdot 15 \cdot 2 \cdot 0,1 - 0,33 \cdot 7,5 \cdot 2} = 160,34 \text{ м}^2$$

$T$  – час роботи станції,  $T = 8$  год/добу;  $V_H$  – швидкість фільтрування,  $V_H = 7,5$  м/год;  $n$  – число промивок,  $n = 1$ ;  $t_1$  – час промивки фільтру,  $t_1 = 0,1$  год;  $t_2$  – час простою фільтра у зв'язку з промивкою,  $t_2 = 0,33$  год.

Фактична площа фільтрування складе  $155,2857 \text{ м}^2$ .

Кількість фільтрів:

$$N = \frac{\sqrt{F}}{2} = \frac{\sqrt{160,34}}{2} = 6,33$$

Приймаємо кількість фільтрів – 7 шт.

Площа одного фільтру:

$$F = \frac{160,34}{7} = 22,85 \text{ м}^2$$

Діаметр одного фільтра:

$$D = 2 \cdot \sqrt{\frac{F}{\pi}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{22,85}{\pi}} = 5,39 \text{ м}$$

Приймаємо фактичний діаметр  $5,4$  м, з якого отримаємо фактичну площу фільтрування та одного фільтру.

Швидкість фільтрування в форсованому режимі:

$$V_\phi = \frac{N}{N - N_1} \cdot V_H = \frac{7}{7 - 1} \cdot 7,5 = 8,75 \frac{\text{м}}{\text{год}}$$

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$N$  – КІЛЬКІСТЬ ФІЛЬТРІВ;  $N_1$  – КІЛЬКІСТЬ ФІЛЬТРІВ, ВІДКЛЮЧЕНИХ НА ПРОМИВКУ.

Загальна висота фільтру:

$$H = H_{п.з.} + H_{ф.з.} + H_{в.} + H_{д.} + h_6 = 0,7 + 1,5 + 2 + 0,4125 + 0,5 = 5,1125 \text{ м}$$

$H_{п.з.}$  – висота шару підтримуючого завантаження (0,7 м);  $H_{ф.з.}$  – висота шару фільтруючого завантаження (1,5 м);  $h_6$  – будівельний запас висоти (0,5 м);  $H_{в.}$  – висота водного шару (2 м);

$$H_{д.} = \frac{W_{д.}}{F_c} = \frac{56,68}{137,42} = 0,4125 \text{ м}$$

$$W_{д.} = F_1 \cdot V_{н.} \cdot t_2 = 22,18 \cdot 7,5 \cdot 0,33 = 56,68 \text{ м}^3$$

$W_{д.}$  – додатковий об'єм води, який необхідно профільтрувати при відключенні одного фільтру на промивку;  $F_c$  – площа працюючих фільтрів при відключенні одного на промивку, дорівнює 56,68 м<sup>2</sup>; Зображуємо фільтри прямокутними в плані.

### 3.3.4. Розрахунок дренажної системи

Витрата води в колекторі при промивці:

$$q_k = F_1 \cdot \omega \cdot 10^{-3} = 22,85 \cdot 15 \cdot 10^{-3} = 0,34 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Площа перерізу колектора:

$$f_k = \frac{q_k}{V_k} = \frac{0,34}{1} = 0,34 \text{ м}^2$$

Діаметр колектора розраховують:

$$d_k = 2 \cdot \sqrt{\frac{f_k}{\pi}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{0,34}{3,14}} = 0,66 \text{ м}$$

Витрата води у відгалуженнях:

$$q_v = \frac{q_k}{n} = \frac{0,34}{22} = 0,015 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Число відгалужень при односторонньому розміщенні:

$$n = \frac{B \cdot 10^3}{l} = \frac{5,4 \cdot 10^3}{250} = 21,6$$

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Приймаємо ширину одного фільтра рівній діаметру фільтра  $B = 5,4$  м.

Діаметр відгалужень:

$$d_B = 2 \cdot \sqrt{\frac{f_B}{\pi}} = 2 \sqrt{\frac{0,0078}{3,14}} = 0,099 \text{ м}$$

Площа перерізу відгалуження:

$$f_B = \frac{q_B}{V_B} = \frac{0,015}{2} = 0,0078 \text{ м}^2$$

$V_B$  – швидкість руху води у відгалуженні,  $V_B = 2$  м/с.

Витрата води у жолобі:

$$q_{\text{ж}} = \frac{q_K}{n_{\text{ж}}} = \frac{0,34}{20} = 0,017 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

### 3.3.5. Розрахунок витрати води на промивку одного фільтра:

$$q_{\text{промив}} = F_1 \cdot \omega = 22,9 \text{ м}^2 \cdot 15 \frac{\text{дм}^3}{\text{с} \cdot \text{м}^2} = 343,53 \frac{\text{дм}^3}{\text{с}}$$

Тоді витрата на промивку 1-го фільтра становить:

$$q_{\text{промив}} = 343,53 \cdot 2 \cdot 0,1 \cdot \frac{3600}{1000} = 247,35 \frac{\text{м}^3}{\text{добу}}$$

Тоді витрата на промивку 7 фільтрів становить:

$$q_{\text{промив}} = 247,35 \cdot 7 = 1731,41 \frac{\text{м}^3}{\text{добу}}$$

### 3.3.8. Розрахунок витрати води на промивку одного фільтра:

$$q_{\text{промив}} = F_1 \cdot \omega = 20,67 \text{ м}^2 \cdot 15 \frac{\text{дм}^3}{\text{с} \cdot \text{м}^2} = 318,56 \frac{\text{дм}^3}{\text{с}}$$

Тоді витрата на промивку 1-го фільтра становить:

$$q_{\text{промив}} = 318,56 \cdot 2 \cdot 0,1 \cdot \frac{3600}{1000} = 229,36 \frac{\text{м}^3}{\text{добу}}$$

Тоді витрата на промивку 7 фільтрів становить:

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$q_{\text{промив}} = 229,36 * 7 = 1605,53 \frac{\text{м}^3}{\text{добу}}$$

### 3.4.1. Розрахунок аеротенку

Розрахунок аеротенків зводиться до визначення об'єму басейну, приросту активного мулу та подачі повітря на аерацію. Виходячи із витрати води та характеристик стічної води, розміри басейну аеротенка можна визначити за часом перебування води в ньому. Тому на першій стадії розрахунку визначають час перебування води в аеротенку. Для аераторів-змішувачів без регенерації активного мулу час перебування води, год, визначають за формулою:

$$t = \frac{L_a - L_t}{\rho a(1 - s)} = \frac{333.5 - 7.1}{70.4087 * 2 * (1 - 0,3)} = 3,3113$$

де  $L_a$  - БСК<sub>повне</sub> стічної води, що поступає в аеротенк, мг/дм<sup>3</sup>;  $L_t$  - БСК<sub>повне</sub> очищеної води після вторинних відстійників, мг/дм<sup>3</sup>;  $\rho$  – питома швидкість окислення домішок, мг/г · год;  $a$  – доза активного мулу в;  $s$  – зольність активного мулу.

Питома швидкість окислення органічних домішок активним мулом, мг/г·год, розраховується:

$$\begin{aligned} \rho &= \rho_{\text{max}} * \frac{L_t * C}{L_t * C + K_L * C + K_0 L_t} \left( \frac{1}{1 + \varphi a} \right) \\ &= 85 * \frac{7.1 * 50}{7.1 * 50 + 0,33 * 50 + 0,625 * 7,1} \left( \frac{1}{1 + 0,07 * 2} \right) \\ &= 70,4087 \end{aligned}$$

де  $C$  – концентрація кисню у воді в аеротенку, мг/дм<sup>3</sup>;  $K_L$  - коефіцієнт, який враховує вплив органічних домішок на процес очищення води, мг/дм<sup>3</sup>;  $K_0$  - коефіцієнт, який враховує вплив кисню на процес очищення води, мг/дм<sup>3</sup>;  $a$  - доза активного мулу, г/дм<sup>3</sup>;  $\varphi$  - коефіцієнт, який враховує сповільнення процесу розкладу домішок за рахунок продуктів розкладу активного мулу;  $\rho_{\text{max}}$  - максимальна швидкість окислення домішок активним мулом.

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



Об'єм аеротенків без регенерації, м<sup>3</sup>, розраховують за формулою:

$$V = tQ(1 + R), V = 3,3113 * 1038,624(1 + 0,3) = 4469,37$$

де  $Q$  - витрата води, м<sup>3</sup>/год.

Приріст активного мулу розраховують за формулою:

$$P = 0,8B - K' L_a, P = 0,8 * 14,95 - 0,3 * 333,5 = 18,0123$$

де  $B$  – концентрація завислих речовин, мг/дм<sup>3</sup>;  $K'$  - коефіцієнт, який враховує, яка частина БСК повного іде на збільшення приросту біомаси,  $K' = 0,3 \div 0,5$ .

Питому витрату повітря на аерацію води, м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>, розраховують за формулою:

$$D = \frac{Z(L_a - L_t)}{k_1 k_2 n_1 n_2 (C_p - C)}$$

$$D = \frac{0,9(333,5 - 7,1)}{0,75 * 2,29 * 1,02 * 0,7(9,02 - 2)} = 34,1241$$

де  $Z$  – питома витрата кисню повітря (мг) на окислення одного 1 мг БСК;  $k_1$  – коефіцієнт, який враховує тип аератора;  $k_2$  – коефіцієнт, який враховує глибину розміщення аератора;  $n_1$  – коефіцієнт, який враховує вплив органічних речовин або вплив якості стічної води на процес окислення;  $n_2$  – коефіцієнт, який враховує вплив температури на процес очищення води;  $C_p$  – розчинність кисню при даній температурі, мг/дм<sup>3</sup>;  $C$  – залишкова концентрація кисню у воді.

Інтенсивність барботажу, м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>·год, визначають з урахуванням часу окислення та глибини занурення аератора ( $H$ ):

$$I = \frac{D \cdot H}{t} \quad I = \frac{34,1241 * 5}{3,3113} = 51,5271$$

### 3.4.2. Розрахунок аеробного стабілізатору :

1. Аеробний

стабілізатор

$$Q = \frac{31,1076}{86400} = 0,00036 \left( \frac{\text{м}^3}{\text{с}} \right)$$

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

2. Об'єм аеробного стабілізатору

$$V = \frac{t * Q}{N} = \frac{691200 * 0,00036}{2} = 124,4304(\text{м}^3)$$

3. Висота аеробного стабілізатору

$$H = \sqrt[3]{124,4304} = 1,7(\text{м})$$

4. Площа аеробного стабілізатору

$$F = \frac{V}{H} = \frac{124,4304}{1,7} = 73,1944(\text{м})$$

5. Довжина аеробного стабілізатору

$$L = \sqrt{F} = \sqrt{73,1944} = 17,2(\text{м})$$

6. Ширина аеробного стабілізатору

$$B = \frac{F}{L} = \frac{73,1944}{17,2} = 4,2555(\text{м})$$

Фактична ширина аеробного стабілізатору 4,3м

7. Фактичний об'єм

$$V\phi = H * L * B = 1.7 * 17.2 * 4.3 = 125,732$$

8. Запас об'єму :

$$V_3 = V\phi - V = 125,732 - 124,4304 = 1,3016$$

### 3.4.3. Розрахунок метантенків

Розрахунок метантенка зводиться, в основному, до визначення кількості утворених на станції осадів, обґрунтованого вибору режиму бродіння, визначення необхідного об'єму споруд та ступеню розкладу беззольної речовини осаду.

Кількість сухої речовини осаду ( $Q_{\text{сух}}$ ) та активного мулу ( $M_{\text{сух}}$ ), т/добу, відповідно становить:

$$Q_{\text{сух}} = \frac{EC}{10^6} Q; \quad Q_{\text{сух}} = \frac{0,8 * 200000}{10^6} = 161,8794$$

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$M_{\text{сух}} = \frac{0,8C(1-E) + aL_a - \text{в}}{10^6} Q, \quad M_{\text{сух}} =$$

$$\frac{0,8 \cdot 200000(1-0,8) + 0,3 \cdot 333,5 - 10}{10^6} = 32,4669$$

де С – концентрація змулених речовин у воді, що надходить на первинні відстійники, мг/дм<sup>3</sup>; Q – середня витрата стічних вод, м<sup>3</sup>/добу; L<sub>а</sub> - БСК<sub>повн</sub> води, що надходить в аеротенк, мг/дм<sup>3</sup>; а– коефіцієнт приросту активного мулу; в – винос активного мулу із вторинного відстійника, м<sup>2</sup>/дм<sup>3</sup>; Е – ступінь очищення від змулених речовин на первинних відстійниках.

Кількість беззольної речовини осаду та активного мулу, т/добу, відповідно обчислюють за формулами:

$$Q_{\text{без}} = \frac{Q_{\text{сух}}(100 - B_z)(100 - Z_0)}{10000}; \quad Q_{\text{без}} =$$

$$\frac{161,8794 \cdot (100 - 0,6)(100 - 0,4)}{10000} = 38,8511$$

$$M_{\text{без}} = \frac{M_{\text{сух}}(100 - B'_r)(100 - Z_m)}{10000}, \quad M_{\text{без}} =$$

$$\frac{32,4669(100 - 0,3)(100 - 0,7)}{10000} = 6,8181$$

де В<sub>Г</sub>, В<sub>Г</sub>' - гігроскопічна вологість відповідно сирого осаду та активного мулу, %; Z<sub>0</sub>, Z<sub>м</sub> – зольність сухої речовини осаду та мулу, %.

Витрата сирого осаду та надлишкового мулу, м<sup>3</sup>/добу, буде:

$$V_{oc} = \frac{100Q_{\text{сух}}}{(100 - W_0)\rho_0}; \quad V_o = \frac{161,8794}{(1-0,7)1,06} = 509,0546$$

$$V_m = \frac{100M_{\text{сух}}}{(100 - W_m)\rho_m}, \quad V_m = \frac{32,4698}{(1-0,3)3,16} = 14,6776$$

де W<sub>0</sub>, W<sub>м</sub> – вологість відповідно сирого осаду та надлишкового мулу, %; ρ<sub>0</sub>, ρ<sub>м</sub> – відповідна густина осаду і мулу.

Загальна витрата осадів по станції:

за сухою речовиною, т/добу:

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$M_{\text{сyx}}^3 = Q_{\text{сyx}} + M_{\text{сyx}}. M_{\text{сyx}}^3 = 161,8794 + 32,4669 = 194,3463$$

за беззольною речовиною, т/добу:

$$M_{\text{без}}^3 = Q_{\text{без}} + M_{\text{без}}; M_{\text{без}}^3 = 38,8511 + 6,8181 = 45,6692$$

за об'ємом суміші фактичної вологості, м<sup>3</sup>/добу:

$$V^3 = V_{\text{oc}} + V_m. V^3 = 509.0546 + 14.6776 = 523.7322$$

Знаючи фактичну вологість суміші, можна підрахувати необхідний об'єм метантенка, м<sup>3</sup>:

$$V = \frac{V^3 \cdot 100}{D}, \quad V = \frac{100 \cdot 523.732^3}{0,5} = 1047,464$$

де D – добове завантаження осаду в метантенк, %.

#### 3.4.4. Розрахунок первинних відстійників

Розрахунок зводиться до визначення діаметру радіального відстійника, м:

$$D = \sqrt{\frac{4q_{\text{max}}}{3,6nk(U_0 - \omega)\pi}}, \quad D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1079,124}{3,6 \cdot 2 \cdot 0,45(0,5 - 0,3) \cdot 3,14}} = 46,05(\text{м})$$

де  $q_{\text{max}}$  – максимальна витрата води, м<sup>3</sup>/год; n – число радіальних відстійників; k – коефіцієнт, який враховує повноту використання об'єму відстійника; ;  $U_0$  – гідравлічна крупність осаду, яка може змінюватись в межах;  $\omega$  – коефіцієнт, який враховує вплив вертикальної турбулентної складової руху води на процес відстоювання;  $V_c$  – швидкість руху води на середині радіусу.

$$V_c = \frac{D}{2t}, \quad V_c = \frac{46,05}{2 \cdot 3069,8} = 7,5\left(\frac{\text{мм}}{\text{с}}\right)$$

де t – час перебування води у відстійнику, с.

Головною вимогою до розрахунку радіальних відстійників є

$$m = \frac{D}{H} = 6 - 12, \quad m = \frac{46,05}{5} = 9,21$$

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

де  $H$  – висота зони відстоювання.

При видаленні осаду з будь-якого відстійника внаслідок транспортування, його об'єм збільшується в 1,5 рази за рахунок розведення осаду.

Об'єм зони накопичення осаду,  $m^3$ , розраховують за формулою:

$$W = \frac{qt(C-C_k)}{\delta} \quad W = \frac{1079,13 \cdot 6 \cdot (2366,5 - 147,5)}{200000} = 71,84 (m^3)$$

де  $q$  – витрата води,  $m^3/\text{год}$ ;  $C$  – концентрація завислих речовин у воді, що поступає у відстійник;  $m$  – концентрація завислих речовин у воді на виході з відстійника;  $\delta$  – концентрація твердої фази в осаді;  $t$  – час накопичення осаду.

### 3.4.5. Розрахунок вторинних відстійників

Розрахунок зводиться до визначення діаметру радіального відстійника,  $m$ :

$$D = \sqrt{\frac{4q_{\max}}{3,6nk(U_0 - \omega)\pi}}, \quad D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1073,18}{3,6 \cdot 2 \cdot 0,45(0,5 - 0,3) \cdot 3,14}} = 45,92(m)$$

де  $q_{\max}$  – максимальна витрата води,  $m^3/\text{год}$ ;  $n$  – число радіальних відстійників;  $k$  – коефіцієнт, який враховує повноту використання об'єму відстійника;  $U_0$  – гідравлічна крупність осаду, яка може змінюватись в межах;  $\omega$  – коефіцієнт, який враховує вплив вертикальної турбулентної складової руху води на процес відстоювання;  $V_c$  – швидкість руху води на середині радіусу.

$$V_c = \frac{D}{2t}, \quad V_c = \frac{45,92}{2 \cdot 3061,4} = 7,5 \left(\frac{mm}{c}\right)$$

де  $t$  – час перебування води у відстійнику,  $c$ .

Головною вимогою до розрахунку радіальних відстійників є

$$m = \frac{D}{H} = 6 - 12, \quad m = \frac{45,92}{5} = 9,18$$

де  $H$  – висота зони відстоювання.

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		53

При видаленні осаду з будь-якого відстійника внаслідок транспортування, його об'єм збільшується в 1,5 рази за рахунок розведення осаду.

Об'єм зони накопичення осаду, м<sup>3</sup>, розраховують за формулою:

$$W = \frac{qt(C-C_k)}{\delta} \quad W = \frac{1073,18 \cdot 6 \cdot (2165,6 - 223,9)}{200000} = 62,52 \text{ (м}^3\text{)}$$

де  $q$  – витрата води, м<sup>3</sup>/год;  $C$  – концентрація завислих речовин у воді, що поступає у відстійник;  $m$  – концентрація завислих речовин у воді на виході з відстійника;  $\delta$  – концентрація твердої фази в осаді;  $t$  – час накопичення осаду.

### 3.1.1. Гіпохлорит натрію

$$W_p = \frac{q \cdot D_p \cdot t}{10000 \cdot v_p \cdot \rho} = \frac{923,6978 \cdot 5 \cdot 8}{10000 \cdot 1,9 \cdot 1.1288} = 1,7227 \text{ м}^3$$

де  $W_p$  – об'єм розчинного баку;  $q$  – витрата води, м<sup>3</sup>/год;  $D_p$  – доза реагенту, г/м<sup>3</sup>;  $t$  – період роботи станції в годинах, що забезпечується даною кількістю реагенту;  $v_p$  – концентрація реагенту в розчинному баку (15 - 20), %;  $\rho$  – густина розчину, т/м<sup>3</sup>;

Площа розчинних баків:

$$F = \frac{W_p}{H} = \frac{1,7227}{1,2} = 1,4356 \text{ м}^2$$

Висота розчинного баку:

$$H = 1,2 \text{ м}$$

Приймемо, що ширина розчинного баку:

$$B = 1,1963 \text{ м}$$

Тоді довжина розчинного баку:

$$L = \frac{F}{B} = \frac{1,4356}{1,1963} = 1,2 \text{ м}$$

Об'єм витратних баків:

$$W_B = \frac{v_p}{v_B} \cdot W_p = \frac{1,9}{0,19} \cdot 1,7227 = 17,227 \text{ м}^3$$

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

де  $W_B$  – об'єм витратного баку,  $\text{м}^3$ ;  $v_p$  – концентрація у розчинному баку, %;  $v_B$  – концентрація у витратному баку.

Висота витратних баків:

$$H = 2,6 \text{ м}$$

Площа витратних баків:

$$F = \frac{W_B}{H} = \frac{17.227}{2,6} = 6.6259 \text{ м}^2$$

Кількість витратних баків:

$$n = 1$$

Прийmemo, що ширина витратного баку:

$$B = 2,5 \text{ м}$$

Тоді довжина розчинного баку:

$$L = \frac{F}{B} = \frac{6.6259}{2,5} = 2.6 \text{ м}$$

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

#### 4.БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

Водопроводи повинні бути огорожені. Для ділянок водоочисних станцій, насосних станцій, резервуарів і водонапірних башт із зонами санітарної охорони першого поясу, необхідно встановити вологий забір висотою 2,5 м. Вона повинна бути прямолінійною, з внутрішньою колючим дротом, разом із захисною зоною шириною 5 ... 10 м, яка обгороджена висотою 1,2 м. До огорожі будівель не допускається, крім проходу і адміністративно-побутового.

Територія ділянки очисних споруд озеленена, ґрунт закріплений травою.

До будівель і споруд системи водопостачання, розташованих поза населених пунктів і підприємств, а також у межах першої зони зони санітарної охорони водозаборів підземних вод, необхідно забезпечити входи і переходи з полегшеним, покращеним покриттям.

Структури схем очищення гравітаційних потоків повинні розташовуватися на природному схилі території з урахуванням втрати штаб-квартири в будівлях, комунікаційних комунікаційних та вимірювальних приладах.

Будівництво високісної схеми починається з водосховища чистої води, максимальної маркування поверхні води, яка береться на 0,5 м над поверхнею ґрунту. Додаючи до цієї позначки послідовно втрату тиску в будівлях і трубопроводах, визначають маркування рівня води у всіх будівлях. Розрахунок здійснюється в напрямку, протилежному воді.

Значення різниці рівнів води в будівлях і комунікаційних комунікаціях слід визначати розрахунками. Для попереднього висотного розташування будівель, втрату голови можна прийняти як:

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



у спорудах

втрата напору, м

на сіткових барабанних фільтрах  
(барабанних сітках і мікрофільтрах) 0,4...0,6

у вхідних (контактних) камерах 0,3...0,5

у пристроях введення реагентів 0,1...0,3

у гідравлічних змішувачах 0,5...0,6

у механічних змішувачах 0,1...0,2

у гідравлічних камерах 0,4...0,5  
пластівцеутворення

у механічних камерах 0,1...0,2  
пластівцеутворення

у відстійниках 0,7...0,8

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

в освітлювачах зі змуленим осадом 0,7...0,8

на швидких фільтрах 3...3,5

у контактних освітлювачах і префільтрах 2...2,5

у повільних фільтрах 1,5...2

у комунікаціях

від сіткових барабанних фільтрів або вхідних камер до змішувачів 0,2

від змішувачів до відстійників, освітлювачів зі змуленим осадом і контактних освітлювачам 0,3...0,4

від відстійників, освітлювачів зі змуленим осадом або префільтрів до фільтрів 0,5...0,6

від фільтрів чи контактних освітлювачів до резервуарів фільтрованої води 0,5...1

Крім того, необхідно враховувати втрати тиску в вимірювальному обладнанні: на виході і на вході в станцію - 0,5 м; в індикаторі вартості

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

поселенців, підстилки з осадом, фільтри і контактні світильники - на 0,2 ... 0,3 м.

Економія хлору повинна бути розташована в окремих будівлях - хлораторах, в яких утворюється склад доставки хлору, випарної і хлорозодадної установки. Випарники хлору розташовані на складах хлорного або хлордозаторного приміщення. Хлорозаторні приміщення без випарників повинні бути відокремлені від інших приміщень вологою стіною і мати два виходи назовні, з одним з них через тамбур. Всі двері повинні відкриватися ззовні. Хлорозаторні розміщення в виритих приміщеннях не допускаються. При проектуванні складів реагентів очікується підтримка 30-денного запасу в період максимального споживання реагентів. При обґрунтуванні обсяг складів може бути прийнятий на інший строк збереження, але не менше 15 днів. При наявності центральних складів кількість складів на станціях підготовки води може бути прийнята на період збереження не менше 7 днів. Склади для зберігання реагентів (крім хлору і аміаку) розташовані поблизу приміщень для приготування їх розчинів і суспензій.

Залежно від типу реагенту склади призначені для сухого або вологого зберігання у вигляді концентрованих розчинів.

Сухі реактиви слід зберігати в закритих складах.

Визначаючи складські приміщення для зберігання коагулянту, висота його шару становить 2 м, вапно 1,5 м; При механізованому вивантаженні висота шару може бути збільшена: коагулянт - до 3,5 м; і вапно - до 2,5 м.

Подача хлору здійснюється в окремих наземних або напівзанурених будівлях, які мають два виходи з протилежних сторін або в прилеглих хлорозадорних і допоміжних приміщеннях економії хлору (компресор, венткамери і т.д.), при цьому він відокремлений від інших приміщень глуха стіна.

При обґрунтуванні проекту хлорування хлору неможливо передбачити.

Збереження хлору передбачається в балонах або контейнерах. Якщо добове споживання хлору перевищує 1 тону, то дозволено використовувати

ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ

					Арк.
					59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	

резервуари заводського виробництва потужністю до 50 тонн, а наповнення хлором у балонах або контейнерах на станції заборонено. Вхід автомобільного транспорту до приміщень хлору не допускається.

Для експлуатації технологічного обладнання, клапанів і трубопроводів в приміщеннях необхідно встановити підйомно-транспортне обладнання.

Вантажопідйомність кранового обладнання визначається на основі максимальної маси завантаженого вантажу або обладнання. Як правило, встановлюється: при вазі вантажу до 5 т - ручний ручний або кран-балка підвісний ручний; з вагою вантажу більше 5 тонн - ручний кран-кран; при підйомі вантажу на висоту понад 6 м або з довжиною крана колії більше 18 м - електричний мостовий кран. У приміщеннях з крановим обладнанням влаштовують монтажну платформу.

Будинки та споруди водоочисних станцій розроблені переважно з бетонної або монолітної рами з урахуванням уніфікації будівельних елементів і конструкцій.

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

У даній роботі розглядається питання охорони праці щодо підприємства, де робота здійснюється безпосередньо в напрямку диплому та за умовами праці, визначеними завданням.

Тема дипломного проекту: «Система закритого водоспоживання на Приватному акціонерному товаристві» Київський картонно-паперовий комбінат ».

Безпечну роботу на підприємстві забезпечує головний інженер.

Для безпечної експлуатації персоналу на картонній фабриці велике значення має стан виробничих приміщень, повітряне середовище, їх освітлення, наявність вібрації та шуму.

За даними НСППО, 0.00-1.28-2010, лабораторія може мати 6 працівників. Мінімально допустима площа приміщення для 1 людини повинна бути не менше 6,0 м<sup>2</sup>. Висновок - за умовами завдання він виконується в повному обсязі. Джерело збігається з джерелом

3 8 0/2 2 0 V із заземленою нейтральною вологою з частотою 50 Гц (згідно ПРАВО 0.00-1.28-2010).

Є 6 осіб відповідно до санітарних норм (СН 245-71).

Під час експлуатації на Київському картонно-паперовому комбінаті присутні наступні шкідливі та небезпечні фактори:

- 1) повітря робочої зони;
- 2) промислове освітлення;
- 3) виробничий шум і вібрація;
- 4) пожежна безпека.

### 5.1. Повітря робочої зони

Оптимальні метеорологічні умови - сполучення параметрів, які при тривалому й систематичному впливі на людину забезпечують збереження нормального функціонального й теплового стану організму без на-пруження

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

реакцій терморегуляції. Із урахуванням категорії роботи за енерговитратами повинні дотримуватися параметри мікроклімату, наведені в табл.5.1

Таблиця 5.1 - Оптимальні параметри мікроклімату

Категорія робіт	Період року	Температура, °C	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Легка (Іб)	холодний	21-23	40-60	не більше 0,1
Легка (Іб)	теплий	22-24	40-60	не більше 0,2

Для підтримки в приміщенні оптимального температурного режиму є:

- централізоване опалювання
- вентиляція.
- У теплий період року використовується кондиціонування.

До заходів по покращенню мікроклімату у виробничих приміщеннях відносять:

- Організування притяжно-витяжної;
- Вдосконалення виробничих процесів;
- Теплоізоляція обладнання для запобігання зміни необхідної допустимої температури;
- Організація перерв та відпочинку робітників.

Параметри мікроклімату відповідають нормам ДСН 3.3.6.042-91.

## 5.2. Освітлення

Для забезпечення нормального освітлення застосовуються штучне освітлення, що задовільняють нормам ДБН В.2.5-28-2006 та НПАОП 0.00-1.28-2010.

По характеру зорової роботи, робота відноситься до високої точності, розряд зорової роботи ІІІ, підрозряд Г. Рациональне освітлення приміщення сприяє кращому виконанню виробничого завдання і

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						62
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

забезпеченню комфорту при роботі.

Штучне освітлення - приміщення очисних споруд освітлюється світлодіодними лампами денного освітлення, по дві у кожному світильнику. Тип лампи Енергозберігаючі 2/80, напруга в лампі – 123 В.  $\Phi=1300$  лм, кількість ламп – 20, потужність  $W = 12$  Вт.  $E_{\text{фактична}}=350$  лм. Потолок пофарбовано у світлі тона, як і стіни.

### **Виробничий шум та вібрація**

Приміщення технічного відділу причинного шуму та вібрації:

- Принтери
- комп'ютери
- вентилятори
- кондиціонер

При їх роботі рівень шуму дорівнює 90 дБа, що не відповідає стандартам.

Заходи щодо забезпечення встановлених норм:

- використання спеціальних шумопоглинаючих перегородок
- Використання меблів, що допомагає зменшити шум і вібрацію
- встановлення пристроїв
- пристрої на спеціальних абсорбуючих підкладках.

Основними напрямками контролю за шумом на роботі є:

- розробка та впровадження технічних заходів, що виключають причини виникнення шуму;
  - видалення персоналу з зон з високим рівнем шуму за рахунок впровадження дистанційного керування;
  - впровадження фізіологічно обґрунтованих режимів праці та відпочинку;
  - використання засобів індивідуального захисту тощо.

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Основні пристрої зниження шуму, що використовуються на підприємстві: Шумоподібні навушники PSH-B.

Використовується при температурі від  $-5^{\circ}\text{C}$  до  $+40^{\circ}\text{C}$ . З фактичною вагою 0,150г.

Враховуючи виконання вищезазначених рекомендацій, режим шуму після засобів контролю шуму на підприємстві відповідає 50 дБа, а отже, відповідає правилам ДСН 3.3.6.037-99.

### **Пожежна безпека**

Основними горючими матеріалами є :

- дерев'яні меблі
- паперові вироби
- пластикові канцелярські пристрої

Основними причинами пожеж на виробництві є:

- необережне поводження з вогнем;
- незадовільний стан електротехнічних пристроїв та порушення правил їх монтажу та експлуатації;
- порушення режимів технологічних процесів;
- несправність опалювальних приладів;
- невиконання вимог нормативних документів з питань пожежної безпеки;
- коротке замикання.

Характеристика приміщення за вибухонебезпечною категорією та класом зони : В- пожеже небезпечна , Клас II-IIa.

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



На даній виробничій дільниці необхідно дотримуються наступні правила пожежної безпеки:

- забороняється палити на робочому місці;
- забороняється залишати без догляду ввімкнені електроприлади;
- забороняється зберігати на робочому місці легкозаймисті речовини у великій кількості.

З метою своєчасного оповіщення на дільниці встановлено - протипожежну сигналізацію.

Встановлена пожежна установка САМ-6. Ємність корпусу - 8,5 л. Тривалість 330 секунд. Діапазон температур від  $-20^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ . З температурою руйнування теплового замка  $720^{\circ}\text{C}$ . Захисна площа  $8\text{м}^2$ . Габаритні розміри: висота - 290 мм, діаметр - 270 мм. Установка виконана в кліматичному варіанті У, категорія 3 згідно ДСТУ 15150 для роботи при температурах від  $-20^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$  при відносній вологості 95%.

Використовується також переносний вогнегасник - вогнегасник ОП-9 (с). Згідно ДСТУ-3105-95.

Ємність корпусу 11.5л, активується за 5 секунд. Працює в діапазоні температур  $-20^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ . Постачання вогнегасної речовини 14с, вогнегасника номіналу 4А, 144В. Вони призначені для оснащення одиниць вогнезахисту та захисту об'єктів підприємства: клас А (тверді речовини), клас В (рідкі речовини), клас С (газові речовини) згідно ДСТУ 27331-87, електричні установки під напругою до 1000 В, а також пожежі в побутових умовах.

Запасні виходи безкоштовні. До найближчого виходу з евакуації 18м. Ширина дверей евакуації не менше 80см. Ширина коридору не менше 1,2 м. \ Т

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Протипожежний щит розміщений у доступному місці і містить первинні засоби пожежогасіння:

- \* вогнегасник
- лопату
- відро
- простирадло
- ящик з піском.

План шляхів евакуації розміщений в доступному місці в кожній лабораторії Київського «картонно-паперового комбінату»

Відповідальний за пожежну безпеку керівник виробничої дільниці.

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		66

## ВИСНОВКИ

В дипломному проєкті наведено вдосконалену замкнену технологічну схему очистки та підготовки води для картонно-паперових підприємств з витратою води 25900 м<sup>3</sup>/добу, яка включає в себе очищення води від крупних механічних домішок на пісковловлювачах, освітлення з коагуляцією на радіальних відстійниках, біологічну очистку води в аеротенках за допомогою активного мулу, вторинне відстоювання, механічну очистку та знезараження. Надлишковий активний мул направляється на метантенки, де з нього отримується метан.

На пісковловлювачах вилучаються крупні механічні домішки. На первинних відстійниках за допомогою коагулянту відбувається седиментація зважених часток, за рахунок чого їх концентрація знижується до 150 мг/дм<sup>3</sup>, що дозволяє направляти дану воду на аеротенк.

Аеротенк є спорудою біологічної очистки води. За рахунок активного мулу у аеротенку знижується ХСК та БСК.

Вторинне відстоювання необхідне для видалення надлишкового активного мулу після аеротенку. Активний мул, що видаляється на вторинних відстійниках розподіляється на два потоки: перший повертається назад до аеротенку, а другий направляється на метантенк.

На механічних фільтрах вода очищується до показників, що задовольняють вимогам до якості технічної води та дозволяють повторно використовувати дану воду на підприємствах з виробництва паперу та картону.

Перевагою даної технологічної схеми є екологічна ефективність, що полягає у замкненій системі водопостачання, отриманні метану та зменшення об'ємів водозабору з прилеглих водоймищ та мінімізації скидів стічних вод в природні об'єкти.

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						67
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Кожинов, В.Ф. Очистка питьевой и технической воды. Примеры и рас- четы: Учеб. пособие для вузов. 4-е изд., репринтное [Текст] / В.Ф.Кожинов. – М.: ООО «БАСТЕТ», 2008. – 304с. ISBN 978-5-903178-09-4.
2. Промышленные фильтры для воды / Каталог / Обратный Осмос [Электронный ресурс] – Режим дост. до журн.: [http://nerex.ua/index/katalog/obratnyij\\_osmos.html](http://nerex.ua/index/katalog/obratnyij_osmos.html).
3. РВС-700 м3, резервуар вертикальный стальной цилиндрический [Электронный ресурс] – Режим доступа до журн.: <http://r-stroitel.ru/catalog/rvs/rvs-700/>
4. Жидецкий В. Ц. Практикум з охорони праці [Текст] – Л.: Афіша, 2000. – 392 с.
5. ГОСТ 6825-74. Лампы люминесцентные ртутные низкого тиску.
6. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
7. ДСН 3.3.6.039.99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації.
8. Запольский, А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води: Підручник [Текст] / А.К. Запольський. – К.: Вища школа, 2005. – 671 с. ISBN 966-642-234-4.
9. Гомеля М.Д. Очисні споруди. Основи проектування: Навч. посіб. / М.Д. Гомеля, Т.В. Крисенко, І.М. Дейкун. – К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 176 с.
10. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці» в дипломних проектах і роботах бакалаврів хіміко-технологічного і біотехнології та біотехніки факультетів» / Уклад.: А.Т. Орленко, Н.А. Праховнік, Ю.О. Полукаров - К.: НТУУ «КПІ», 2011. - 33 с.

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						68
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						69
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

					ДП ЛЕ51.16.00.19.ПЗ	Арк.
						70
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		